



USAID | **MÉXICO**
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL BAJO RÍO BRAVO CON ENFOQUE A SU SANEAMIENTO Y PROTECCIÓN DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO

USAID/MEXICO COMPETITIVENESS PROGRAM

Contract: MEXICO COMP PROG GBTI II

[Octubre 2009]

This report has been produced by Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey, under contract by Abt Associates Inc. for the United States Agency for International Development.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL BAJO RÍO BRAVO CON ENFOQUE A SU SANEAMIENTO Y PROTECCIÓN DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO

USAID/MEXICO COMPETITIVENESS PROGRAM



NASA Photo ID: SL4-138-3760, File Name: 10076366.jpg, Film Type: 70mm, Date Taken: 12/28/73

Title: View of northeastern Mexico and the Rio Grande Valley of Texas

Description: An oblique view of northeastern Mexico and the Rio Grande Valley of Texas (26.0N,100.0W), as photographed from the Skylab space station by one of the Skylab 4 crewmen. Mexico's Sierra Madre Oriental Mountains are in the center of the picture. The Gulf of Mexico is in the background. Note the lakes on the Rio Grande River. Monterrey is near the center of the picture. Field patterns in the lower Rio Grande Valley can easily be identified. The stark, linear roughness of the Sierra Madre Oriental Mountains is the most prominent feature.



Por el ITESM

Dr. D. Fabián Lozano-García (coordinador del proyecto)

M. en C. Martha Patricia Vela Coiffier

M. en C. Axayacatl Maqueda

Ing. Laura Resendez Hernández

Dr. Jorge H. García Orozco

Dr. Carlos González

Dr. Jorge Loyo



Por el Instituto del Agua de Nuevo León

M. en C. Fernando Erick Santos Rodríguez

M. en C. Gabriela Hernández Limón

Ing. Jorge Donato Franco Miasnikoff

Lic. Alma Alicia Luna Soto

DISCLAIMER

The author's views expressed in this publication do not necessarily reflect the views of the United States Agency for International Development or the United States Government.

Contract: MEXICO COMP PROG GBTI II

Contenido

I. RESUMEN EJECUTIVO	1
II. ANTECEDENTES	1
III. OBJETIVO	2
IV. ALCANCES	2
V. RECOPIACION DE INFORMACIÓN	6
DECLARATORIAS DE PROPIEDAD NACIONAL DEL CUERPO DE AGUA	6
INFORMACIÓN DE POBLACIÓN Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS	7
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA, HIDROLÓGICA E HIDROMÉTRICA, VEGETACIÓN, FAUNA Y CALIDAD DEL AGUA	10
INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA, SERVICIOS Y SANEAMIENTO	11
INFORMACIÓN DE COBERTURA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO	22
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES	22
PRINCIPALES DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES	23
GIROS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES	24
RETORNOS AGRÍCOLAS Y EXTRACCIONES DE AGUA	24
VI. VISITA PROSPECTIVA	24
VISITA CON PERSONAL DE LA CONAGUA	24
UBICACIÓN Y GEOPOSICIONAMIENTO DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES	25
UBICACIÓN Y GEOSPOSICIONAMIENTO DE MUESTREOS EN EL RÍO BRAVO	25
IDENTIFICACIÓN Y GEOPOSICIONAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA	29
UBICACIÓN DE DESCARGAS	29
VII. AFORO Y MUESTREO	35
MUESTREOS EN CUERPOS DE AGUA Y DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES	35
EVALUACIÓN DE REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN PLANTAS DE TRATAMIENTO	35
VIII. ANÁLISIS DE LABORATORIO	38
DETERMINACIONES ANALÍTICAS	38
IX. EVALUACIÓN DE RESULTADOS	40
INTEGRACIÓN DE LOS RESULTADOS	40
GRÁFICAS DE PARÁMETROS MEDIDOS	45
COMPORTAMIENTO DE LOS ESCURRIMIENTOS	60
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	62
<i>Muestreos en Cuerpos de agua, Descargas, etc.</i>	<i>62</i>
<i>Muestreos en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de Nuevo León.</i>	<i>66</i>
CLIMOGRAMAS	81
X. CARTOGRAFÍA	84
ELABORACIÓN DE “PROYECTOS” EN FORMATO ARCGIS 9.X	84

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 85

CONCLUSIONES..... 85

RECOMENDACIONES 85

Anexo A	Decaratorias de Propiedad Nacionald e Cuerpos de Agua (Primer reporte, capitulo A)
Anexo B	Planes de Desarrollo (Primer reporte capítulo C1), Censo de población y Actividades Económicas (Primer reporte, capítulo B)
Anexo C	Información del medio Físico y Natural (Primer reporte, capítulo C2)
Anexo D	Información Hidrométrica (Primer reporte, capítulo C3)
Anexo E	Infraestructura Hidráulica, Ubicación (Segundo reporte, capitulo 3A, 4C)
Anexo F-1	Infraestructura Hidráulica, Descripción, Plantas potabilizadoras (Segundo reporte, capitulo 3A)
Anexo F-2	Infraestructura Hidráulica, Descripción, Coberturas (Segundo reporte, capitulo 3B)
Anexo F-3	Infraestructura Hidráulica, Descripción, Sistemas de Tratamiento (Segundo reporte, capitulo 3C)
Anexo F-4	Infraestructura Hidráulica, Descripción, Selección de Descargas (Segundo reporte, capitulo 3D)
Anexo F-5	Infraestructura Hidráulica, Descripción, Giros de las Descargas (Segundo reporte, capitulo 3E)
Anexo F-6	Infraestructura Hidráulica, Descripción, Retornos Agrícolas (Segundo reporte, capitulo 3F)
Anexo G	Visita prospectiva, oficios a organismos operadores (Segundo reporte, capitulo 4A)
Anexo H	Ubicación de Puntos de Muestreo (Segundo reporte, capitulo 4B)
Anexo I	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Agua y Drenaje de Monterrey
Anexo J	Fichas Técnicas Muestreos de Campo (Tercer reporte)
Anexo K	Fichas Técnicas, Muestreos en Plantas de Tratamiento (Tercer reporte)
Anexo L	Tabla de datos colectados en campo y laboratorio.
Anexo M	Gráficas de parámetros Medidos vs. Distancia (Cuarto reporte)
Anexo N	Gráficas de parámetros Medidos vs. Ubicación en la corriente (Cuarto reporte)
Anexo O	Comportamiento del Escurrimiento 7Q10 (Cuarto reporte)
Anexo P	Climogramas (Cuarto reporte)
Anexo Q	Fotografías (Cuarto Reporte)
Anexo R	ArcGIS Layouts (Cuarto Reporte)

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	RELACIÓN DE LAS DECLARATORIAS DE CUERPOS DE AGUA DE PROPIEDAD NACIONAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	6
TABLA 2.	DATOS TÉCNICOS DE LA PRESA FALCÓN.	12
TABLA 3.	DATOS TÉCNICOS DE LA PRESA EL CUCHILLO.	13
TABLA 4.	DATOS TÉCNICOS DE LA PRESA MARTE R. GÓMEZ.	15
TABLA 5.	DATOS TÉCNICOS DE LA PRESA RODRIGO GÓMEZ.	16
TABLA 6.	DATOS TÉCNICOS DE LA PRESA LAS BLANCAS.	17
TABLA 7.	DATOS TÉCNICOS DEL ACUEDUCTO LINARES - MONTERREY.	19
TABLA 8.	DATOS TÉCNICOS DEL ACUEDUCTO EL CUCHILLO - MONTERREY.	19
TABLA 9.	DATOS TÉCNICOS DEL ACUEDUCTO CHINA – GRAL. BRAVO – LOS ALDAMA - ARCABUZ.	20
TABLA 10.	GIROS DE LAS DESCARGAS CON MAYOR CONTRIBUCIÓN.	23
TABLA 11.	TIPOS DE MUESTREOS EN CUERPOS DE AGUA.	25
TABLA 12.	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN	30
TABLA 13.	PARÁMETROS ANALIZADOS PARA LAS MUESTRAS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.	37
TABLA 14.	CAMPOS INTEGRADOS EN EL ARCHIVO EN FORMATO EXEL.	40
TABLA 15.	AGRUPACIÓN DE LOS PUNTOS MUESTREADOS.	49
TABLA 16.	VALORES DE 7Q10 DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS SELECCIONADAS, SIN CONSIDERAR LOS CAUDALES IGUAL A CERO.	61
TABLA 17.	LÍMITES PARA DIAGNÓSTICO DEL CALIDAD DEL AGUA CON BASE EN DBO Y DQO.	62
TABLA 18.	LÍMITES PARA DIAGNÓSTICO DEL CALIDAD DEL AGUA CON BASE EN SST Y COLIFORMES FECALIS	62
TABLA 19.	LÍMITES PARA DIAGNÓSTICO DEL CALIDAD DEL AGUA CON BASE EN OXÍGENO DISUELTO Y NITRÓGENO DE NITRATOS	63
TABLA 20.	LÍMITES PARA DIAGNÓSTICO DEL CALIDAD DEL AGUA CON BASE EN SDT.	63
TABLA 21.	CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA LA CALIDAD DEL AGUA	64
TABLA 22.	LEY FEDERAL DE DERECHOS.	65
TABLA 23.	LEY FEDERAL DE DERECHOS, LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES	66

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	TENDENCIAS DE CRECIMIENTO DE POBLACIÓN, LOCALIDADES DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO	8
FIGURA 2.	GANANCIA O PÉRDIDA DE POBLACIÓN EN LOCALIDADES DE NUEVO LEÓN.....	9
FIGURA 3.	GANANCIA O PÉRDIDA DE POBLACIÓN EN LOCALIDADES DE TAMAULIPAS.	10
FIGURA 4.	EJEMPLO DE LA BASE DE DATOS DE LOS FLUJOS HISTÓRICOS EN EL RÍO BRAVO.....	11
FIGURA 5.	UBICACIÓN DE LAS PRINCIPALES PRESAS EN EL BAJO RÍO BRAVO.	14
FIGURA 6.	ACUEDUCTO LINARES - MONTERREY.	18
FIGURA 7.	ACUEDUCTO EL CUCHILLO - MONTERREY.....	20
FIGURA 8.	ACUEDUCTO CHINA - ARCABUZ.....	21
FIGURA 9.	LOCALIZACIÓN LOS MUESTREOS, CUERPOS DE AGUA.....	26
FIGURA 10.	LOCALIZACIÓN LOS MUESTREOS, DESCARGAS.	27
FIGURA 11.	LOCALIZACIÓN LOS MUESTREOS, PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.	28
FIGURA 12.	GEOPOSICIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO	29
FIGURA 13.	UBICACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AMM Y REGIÓN SUBPERIFÉRICA.....	31
FIGURA 14.	UBICACIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE EL CARMEN, N.L.	32
FIGURA 15.	LOCALIZACIÓN DEL INFLUENTE Y EFLUENTE EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE EL CARMEN, N.L.	33
FIGURA 16.	DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE EL CARMEN, N.L.	34
FIGURA 17.	EJEMPLO DE FICHA TÉCNICA DE LOS MUESTREOS EN EL BAJO RÍO BRAVO	36
FIGURA 18.	EJEMPLO DE FICHA TÉCNICA DE MEDICIONES EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.....	37
FIGURA 19.	GRÁFICA DE DATOS DE DISTANCIA Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA, RÍO SAN JUAN.	43
FIGURA 20.	CONTENIDO DE LA BASE DE DATOS.	44
FIGURA 21.	PH, HISTOGRAMA DE TODOS LOS PUNTOS MUESTREADOS.	45
FIGURA 22.	VALORES DE PH PARA LOS MUESTREOS EN RÍOS, ARROYOS, PRESAS Y DRENES.	46
FIGURA 23.	VALORES DE PH PARA LOS MUESTREOS EN DESCARGAS	47
FIGURA 24.	VALORES DE PH PARA LOS MUESTREOS EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, NUEVO LEÓN	48
FIGURA 25.	RÍO BRAVO, PUNTOS SOBRE EL CAUCE, GASTO.	50
FIGURA 26.	RÍO BRAVO, PUNTOS SOBRE EL CAUCE, PH Y TEMPERATURA.	51
FIGURA 27.	RÍO BRAVO, PUNTOS SOBRE EL CAUCE, TURBIDEZ.	52
FIGURA 28.	RÍO BRAVO, PUNTOS SOBRE EL CAUCE, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.	53
FIGURA 29.	RÍO BRAVO, PUNTOS SOBRE EL CAUCE, COLOR (APARENTE).	54
FIGURA 30.	RÍO BRAVO, PUNTOS SOBRE EL CAUCE, COLIFORMES FECALIS.	55
FIGURA 31.	RÍO BRAVO, PUNTOS SOBRE EL CAUCE, OXÍGENO DISUELTO.	56
FIGURA 32.	RÍO BRAVO, PUNTOS SOBRE EL CAUCE, DBO Y DQO.....	57
FIGURA 33.	RÍO BRAVO, PUNTOS SOBRE EL CAUCE, DQO, DBQO Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS.	58
FIGURA 34.	MAPA DE VALORES DE PH EN LOS PUNTOS MUESTREADOS.	59
FIGURA 35.	PTAR NUEVO LEÓN, CUMPLIMIENTO CON LA NOM-001-SEMARNAT-1996, DBO Y SST.	67
FIGURA 36.	PTAR NUEVO LEÓN, TONELADAS POR DÍA DE DBO EN INFLUENTES Y EFLUENTES.	67
FIGURA 37.	PTAR NUEVO LEÓN, TONELADAS POR DÍA DE SST EN INFLUENTES Y EFLUENTES.	68
FIGURA 38.	PTAR NUEVO LEÓN, CRITERIOS DE LA LEY FEDERAL DE DERECHOS.	69
FIGURA 39.	PONDERACIÓN DE LOS PUNTOS EN CUERPOS DE AGUA, CONAGUA 2008.....	71
FIGURA 40.	PONDERACIÓN DE LOS PUNTOS DE DESCARGAS, CONAGUA 2008.....	72
FIGURA 41.	PONDERACIÓN DE LOS PUNTOS EN CUERPOS DE AGUA, CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CALIDAD DEL AGUA.....	73
FIGURA 42.	PONDERACIÓN DE LOS PUNTOS EN DESCARGAS, CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CALIDAD DEL AGUA.....	74
FIGURA 43.	PONDERACIÓN DE LOS PUNTOS EN DESCARGAS, NOM-001-SEMARNAT-1996.....	75

Evaluación de la Calidad del Agua del Bajo Río Bravo

FIGURA 44.	PONDERACIÓN DE LOS PUNTOS EN PTARS, NOM-001-SEMARNAT-1996.....	76
FIGURA 45.	PONDERACIÓN DE LOS PUNTOS EN CUERPOS DE AGUA, LEY FEDERAL DE DERECHOS.	77
FIGURA 46.	PONDERACIÓN DE LOS PUNTOS EN DESCARGAS, LEY FEDERAL DE DERECHOS.....	78
FIGURA 47.	PONDERACIÓN DE LOS PUNTOS EN PTARS, LEY FEDERAL DE DERECHOS.	79
FIGURA 48.	EFICIENCIAS EN LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN LAS PTAR DE NUEVO LEÓN.....	80
FIGURA 49.	CLIMOGRAMA DE LA ESTACIÓN EJIDO MARÍN, PESQUERÍA, N.L.....	81
FIGURA 50.	BASE DE DATOS CLIMÁTICA.....	83

Agradecimientos

Este trabajo se logro llevar a cabo con al apoyo del personal del Organismo de Cuenca del Río Bravo, en particular el Ing. Sergio Gallegos Espinoza y en Ing.

Por parte de Agua y Drenaje de Monterrey recibimos invaluable apyo del Ing. Jespus Ma. Rendón Leal y el Arquitecto Alberto Salas Rosas

I. RESUMEN EJECUTIVO

La frontera común entre México y los Estados Unidos de América ofrece una gran diversidad de características geográficas, económicas, sociales, hidrográficas y de ecosistemas, así como una rica mezcla de culturas, valores, creencias, tradiciones e historia. El Río Colorado, conjuntamente con el Río Bravo (Río Grande), son las dos corrientes principales compartidas por ambos países.

El uso del recurso agua en la cuenca del Río Bravo ha creado una gran presión sobre el recurso, haciéndolo susceptible de impactos por el uso directo e indirecto, y en consecuencia, afectando el potencial de uso del recurso por parte de los seres humanos.

Este trabajo busca identificar los puntos críticos de contaminación en la cuenca baja del Río Bravo, basándose en muestreos realizados a lo largo de toda la cuenca, abarcando distintos tipos de actividades humanas que tienen el potencial de afectar la calidad del agua; de esta manera se muestrearon sitios cercanos a descargas residuales e industriales, asociados a retornos agrícolas y a las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los resultados muestran que el mayor problema en la zona lo representan las descargas realizadas a los cuerpos de agua por las actividades industriales y agropecuarias, así como las descargas sanitarias que no cumplen con las normas oficiales mexicanas en la materia.

II. ANTECEDENTES

La frontera común entre México y los Estados Unidos de América ofrece una gran diversidad de características geográficas, económicas, sociales, hidrográficas y de ecosistemas, así como una rica mezcla de culturas, valores, creencias, tradiciones e historia. El Río Colorado, conjuntamente con el Río Bravo (Río Grande), son las dos corrientes principales compartidas por ambos países.

El Río Bravo nace en la cadena montañosa de San Juan, localizada al sur del estado de Colorado, en la Unión Americana. Durante su trayecto, fluye en los Estados Unidos de América a través de los estados de Colorado, Nuevo México y Texas, y en éste último estado sirve de frontera entre los Estados Unidos de América y México, específicamente con los estados mexicanos de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

En el marco del Programa Ambiental México Estados Unidos Frontera 2012, se han realizado reuniones de trabajo binacional para buscar la cooperación y coordinación entre los dos países, para la mejora de la calidad del agua del segmento del bajo Río Bravo Presa Falcón – Brownsville, el cual tiene problemas de contaminación. En dichas reuniones se cuenta con la participación de la EPA, COCEF, BDAN, CILA, CONAGUA y TCEQ.

Dentro de las actividades económicas de esa zona está la industria metal-mecánica, minería, industria alimenticia, textil, petroquímica, química y agrícola. La población es principalmente urbana y se ubica en las localidades más importantes (82% del total).

Uno de los elementos más importantes de la contaminación de los cuerpos de agua nacionales se asocia a las descargas de aguas residuales municipales y no municipales que se vierten de manera directa o indirecta a través de sus afluentes.

México, a través de CONAGUA ha insistido en la necesidad de realizar un estudio de calidad del agua que incluya primeramente un diagnóstico que abarque la obtención de información de las fuentes de contaminación más importantes como son la ubicación de las descargas municipales y no municipales, así como las de retorno agrícola a fin de que en una segunda fase de medición y el empleo de herramientas de modelación matemática, se puedan determinar las acciones de intervención más importantes y establecer metas de calidad para la recuperación o protección de la calidad del agua, especialmente en aquellos tramos del río que son fuente de agua potable.

Con lo anterior será posible generar límites permisibles de descarga para las industrias y las ciudades fronterizas ribereñas del Río Bravo en el estado de Nuevo León y Tamaulipas, así como valorar la efectividad de los proyectos de saneamiento de las ciudades de Nuevo Laredo, Mier, Miguel Alemán, Camargo, Cd. Reynosa, Cd. Río Bravo Díaz Ordaz, Nueva Cd. Guerrero y Matamoros, que se están realizando actualmente con apoyo de subsidios parciales de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

III. OBJETIVO

Evaluar la calidad del agua del río Bravo, desde la Presa Falcón al Golfo de México, con enfoque a su saneamiento y protección con fines de aprovechamiento para abastecimiento público.

IV. ALCANCES

Los alcances de este proyecto se enlistan a continuación:

✓ Recopilación de información.

a. “Se localizarán y entregarán las declaratorias de cuerpos de agua de propiedad nacional, publicadas en el Diario Oficial de la Federación.”

b. “Concentrar y analizar la información de población y actividades económicas consultando la generada por el INEGI. Se deberán realizar proyecciones poblacionales a un horizonte de 25 años.”

c. “Se recopilará información general de la zona de estudio en las siguientes áreas: hidrografía, geología, topografía, uso del suelo, vegetación, fauna, hidrométrica y de calidad del agua, entre otras.”

d. “Recopilar información del área de estudio relacionada con la infraestructura hidráulica, servicios y saneamiento.”

e. “Actualizar la información de coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento consultando la que genera la CONAGUA y complementada, en su caso, con la del INEGI.”

f. “Se recopilará información específica sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales y de potabilizadoras, en cuanto a los procesos y eficiencias de operación y remoción de contaminantes. La información se solicitará a los organismos operadores y la CILA con apoyo de la CONAGUA.”

g. En coordinación con la CONAGUA, se seleccionarán las principales descargas de aguas residuales, con base en el inventario de descargas y en información de los retornos agrícolas, incluyendo en la selección las descargas municipales que en conjunto constituyan al menos el 90% del volumen municipal descargado, los retornos agrícolas que en conjunto constituyan al menos el 90% del volumen agrícola descargado, así como las descargas industriales que en conjunto constituyan al menos el 90% del volumen industrial descargado, incluyendo las descargas industriales más contaminantes.”

h. “Determinar los giros de las descargas de aguas residuales no municipales de acuerdo con la clasificación de INEGI e internacional.”

i. “Integrar un listado de los retornos agrícolas y las principales extracciones de agua de los cuerpos de agua incluidos en el estudio.”

✓ Visita prospectiva.

a. “Ubicar y geoposicionar las descargas de aguas residuales en el tramo comprendido entre la presa Falcón y el Golfo de México, incluyendo las descargas en los principales afluentes.”

b. “Ubicar y geoposicionar los sitios de muestreo en el río Bravo y en sus principales afluentes. La información de las descargas de aguas residuales se incluirá en los inventarios que elabora la CONAGUA.”

c. “Se identificarán y geoposicionarán la infraestructura hidráulica y de servicios (potabilizadoras y plantas de tratamiento), todas las estaciones hidrométricas que se ubican en el río y sus afluente y en particular aquellas que coinciden con las estaciones de monitoreo de la calidad del agua.”

d. “Se elaborará un croquis de ubicación del generador de la descarga y el punto de la descarga con fotografía. Para el caso de plantas de tratamiento se incluirá la localización geográfica del afluente y efluente y un croquis que describa el tipo y trenes de tratamiento.”

✓ Aforo y muestreo.

a. Se realizarán aforos y mediciones de parámetros de campo tales como: conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, temperatura, sólidos disueltos totales, color y turbiedad en al menos 56 sitios de los cuerpos de agua seleccionados en la visita prospectiva. En los mapas se muestra una primera aproximación a la ubicación de estos sitios. Asimismo, se realizarán aforos y determinaciones de los mismos parámetros de campo en las 50 descargas de aguas residuales municipales e industriales y retornos agrícolas más importantes. Todas estas determinaciones se realizarán con equipos de campo. Se llevará a cabo la toma de muestras en todos los cuerpos de agua y descargas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

b. Se evaluará la remoción de contaminantes de las siguientes plantas de tratamiento:

Allende, Montemorelos, Terán, Municipal de China, Gral. Bravo, Norte, Noreste, Pesquería, General Zuazua, San Nicolás de Hidalgo, Ciénaga de Flores, Salinas Victoria, El Carmen, Los Ramones, Dulces Nombres, Refinería Héctor Lara Sosa, PEMEX Gas Petroquímica Básica, Cadereyta, Santiago y García

Con este propósito se realizarán dos muestreos instantáneos a las siguientes horas: a las 8 am y a las 4 pm. En cada planta se determinarán en campo los siguientes parámetros: Caudal, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, temperatura, sólidos disueltos, color, turbiedad, en la entrada (afluente) y salida (efluente).

✓ Análisis de laboratorio.

a. Se realizarán las determinaciones analíticas de la demanda bioquímica de oxígeno a 5 días, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales y coliformes fecales a las muestras tomadas en la campaña de aforo y muestreo. Las determinaciones de coliformes fecales se pueden realizar con métodos de sustrato definido. Los demás parámetros se realizarán de acuerdo a las normas mexicanas correspondientes. Asimismo, se realizarán las determinaciones de coliformes fecales, DBO₅, DQO y SST en la entrada y salida de las plantas. Se elaborarán tablas en Excel de nombre de la planta con ubicación geográfica del afluente y efluente y las mediciones obtenidas; se calculará la remoción de los parámetros, medidos en forma total y porcentual

✓ Cartografía.

a. Elaborar proyectos portátiles en ArcGis, para la representación de la información y los resultados del estudio, utilizando ArcView 9.2, en archivos shp, y cartografía digital en escala 1:50,000, bajo especificaciones de INEGI.

✓ Evaluación de resultados.

a. Se elaborarán las tablas en Excel de nombre del sitio con ubicación geográfica y las mediciones obtenidas; gráficas de la magnitud del parámetro medido en relación a la distancia señalando la fuente de contaminación más importante.

b. Se elaborarán gráficas de los resultados del muestreo para cada parámetro de calidad del agua, mostrando en el eje (x) los sitios de muestreo de manera progresiva de acuerdo a su ubicación, y en el eje (y) el parámetro de calidad del agua. Agrupando los sitios mostrados en cada gráfica, incluyendo las siguientes gráficas: (1) sitios de muestreo del agua del río Bravo, (2) sitios de muestreo del agua de los afluentes del río Bravo, previo a sus confluencias, (3) descargas municipales en el río Bravo, (4) descargas industriales en el río Bravo, (5) descargas agrícolas en el río Bravo. Elaborar gráficas similares a las indicadas para el río Bravo, para cada uno de los principales afluentes muestreados.

c. Se realizará un análisis del comportamiento del escurrimiento y de la calidad del agua del río y sus principales afluentes. La información hidrométrica debe incluir la que contiene la última versión del programa BANDAS. Se obtendrá para estaciones representativas de las principales corrientes el 7Q10 (Los siete días de caudal más bajo de los últimos 10 años). La calidad del agua histórica se obtendrá de la base de datos de

la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua y las fuentes de datos binacionales, de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) y se identificarán estudios que puedan incrementarla.

d. La evaluación de la calidad del agua para los cuerpos de agua se deberá realizar utilizando los indicadores de la calidad del agua generados por la CONAGUA y con los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua o criterios o estándares internacionales. Para el caso de las descargas de aguas residuales se deberá considerar la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la Ley Federal de Derechos. En ambos casos se deberán realizar los cálculos para la determinación de cargas de contaminantes por parámetro y se deberán representar en tablas y gráficos.

e. Elaborar los climogramas que representen el comportamiento del clima en el área de estudio. La información climatológica (precipitación, presión, altura y temperatura), se deberá obtener de la reportada en la última versión del programa denominado ERIC o fuentes afines.

V. RECOPIACION DE INFORMACIÓN

Declaratorias de propiedad nacional del cuerpo de agua

a. “Se localizarán y entregarán las declaratorias de cuerpos de agua de propiedad nacional, publicadas en el Diario Oficial de la Federación.”

RESULTADO

Se localizaron las declaratorias de propiedad nacional de los cuerpos de agua en estudio y de sus principales afluentes, cabe hacer mención que se sabe que existen alrededor de 220 declaratorias que hacen referencia a los cuerpos de agua de la cuenca del Río Bravo, de los cuales se consideraron como principales las listadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Relación de las Declaratorias de cuerpos de agua de Propiedad Nacional en el área de estudio.

Nombre	Municipio	Tipo	Número	Fecha de publicación
Higueras o Ramos	Higueras	Arroyo	466	17 08 1926
Mohinos	Montemorelos	Arroyo	58	18 11 1939
Ayancual o Mendoza	Apodaca	Arroyo	407	5 08 1927
La Cotorra y El Pastor, Garrapatas	Montemorelos	Arroyo	209	10 11 1926
Álamo o Sombreretillo	Sabinas Hidalgo	Río	281	15 02 1927
Blanquillo	Montemorelos	Río	S/N	20 03 1918
Casillas y Arroyo Las Pintas	Rayones	Río	139	20 04 1923
La Silla, del Calabozo o Estanzuela	Monterrey	Río	87	14 10 1926
Pesquería, Los Muertos o Chiquito	García	Río	16	28 03 1925
Pilón	Montemorelos	Río	S/N	21 09 1917
Ramos o Loma Prieta	Allende	Río	109	23 04 1924
Salado	Anáhuac y Vallecillo	Río	127	8 07 1919
Salinas, Icamole o Patos	Hidalgo, Carmen, Mina, Cienega de Flores	Río	74	26 09 1940
San Juan	China y Gral. Bravo	Río	25	15 09 1917
Santa Catarina	Santa Catarina	Río	234	14 08 1918

Las declaratorias se obtuvieron de las publicaciones del Diario Oficial de la Federación y se anexa una copia en el Anexo A.

Información de Población y Actividades Económicas

b. “Concentrar y analizar la información de población y actividades económicas consultando la generada por el INEGI. Se deberán realizar proyecciones poblacionales a un horizonte de 25 años.”

RESULTADO

Para llevar a cabo la actividad requerida se dividió en dos partes. La primera parte que se enfoca en concentrar y analizar la información de población y las actividades económicas, se realizó mediante la recopilación de información de los planes de desarrollo municipal basados en la información del INEGI. La segunda parte referente a las proyecciones poblacionales a un horizonte de 25 años se realizaron basados en la información generada por el CONAPO.

A continuación se describen los resultados de la primera parte.

En el área de estudio se encuentran 44 municipios de los estados de Nuevo León y Tamaulipas y Coahuila, los municipios que se contemplan son:

En el estado de Nuevo León: Apodaca, García, General Escobedo, Guadalupe, Juárez, Monterrey, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García, Santa Catarina, Allende, General Terán, Montemorelos, Santiago, Cadereyta Jiménez, Pesquería, Dr. González, Marín, Higuera, Zuazua, Ciénaga de Flores, Salinas Victoria, El Carmen, Hidalgo, Abasolo, Los Ramones, China, Los Herrera, General Bravo, Dr. Coss, Los Aldama y Rayones.

En el estado de Tamaulipas: Matamoros, Valle Hermoso, Río Bravo, Reynosa, Gustavo Díaz Ordaz, Camargo, Miguel Alemán, Mier y Guerrero.

En el estado de Coahuila: Saltillo, Ramos Arizpe, Arteaga y General Cepeda.

Se recopilaron los Planes de Desarrollo, los cuales se basan en la información generada por el INEGI, de los cuales se obtuvo un extracto de los siguientes puntos: un diagnóstico del municipio, el Censo de Población 2000 y el Conteo 2005 de INEGI y las actividades económicas. Dichos extractos se presentan en el Anexo B, aunado a esto se anexan los Planes de Desarrollo.

Los Planes de Desarrollo que se presentan para el estado de Nuevo León se encuentran agrupados en las siguientes zonas o regiones:

- Plan de Desarrollo de la Región Citrícola de Nuevo León, que incluye los municipios de Allende, General Terán y Montemorelos.
- Plan de Desarrollo de la Zona Conurbada de Monterrey, que encierra los municipios de Apodaca, García, General Escobedo, Guadalupe, Juárez, Monterrey, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santa Catarina.
- Plan de Desarrollo de la Zona Periférica de Monterrey, el cual contiene los municipios de Santiago, Cadereyta Jiménez, Pesquería, Dr. González, Marín, Higuera, Zuazua, Ciénaga de Flores, Salinas Victoria, El Carmen, Hidalgo y Abasolo.

Hay algunos municipios que no se encuentran en estos tres planes regionales de desarrollo, para ellos, se obtuvo información de la Enciclopedia de los Municipios de México (Instituto

Nacional para el Federalismo INAFED, 2006), estos municipios son: China, Dr. Coss, General Bravo, Los Aldama, Los Herrera, Los Ramones, Rayones.

Los municipios del estado de Tamaulipas que cuentan con el Plan de Desarrollo Municipal (publicado en el Periódico Oficial) son Camargo, Gustavo Díaz Ordaz, Guerrero, Matamoros, Mier, Miguel Alemán, Reynosa, Río Bravo y Valle Hermoso.

Finalmente, para el estado de Coahuila, se tiene información de los Planes de Desarrollo Municipal para los municipios de Arteaga y Saltillo, mientras que para los municipios de General Cepeda y Ramos Arizpe se obtuvieron los datos de la Enciclopedia de los Municipios de México (INAFED, 2006).

Se obtuvieron las Proyecciones de Población de la página de CONAPO, dichas proyecciones llegan hasta el año 2030, como el horizonte que se solicita en este punto son 25 años, fue necesario proyectar los últimos 4 años para los municipios incluidos en este estudio. La metodología, base de datos y proyecciones realizadas se presentan al final del Anexo B.

Es importante hacer notar que en los municipios dentro de la zona de estudio de los estados de Nuevo León y Tamaulipas se proyecta un crecimiento neto de la población (Figura 1). Sin embargo, este crecimiento está relacionado con el tamaño o tipo de de la localidad.

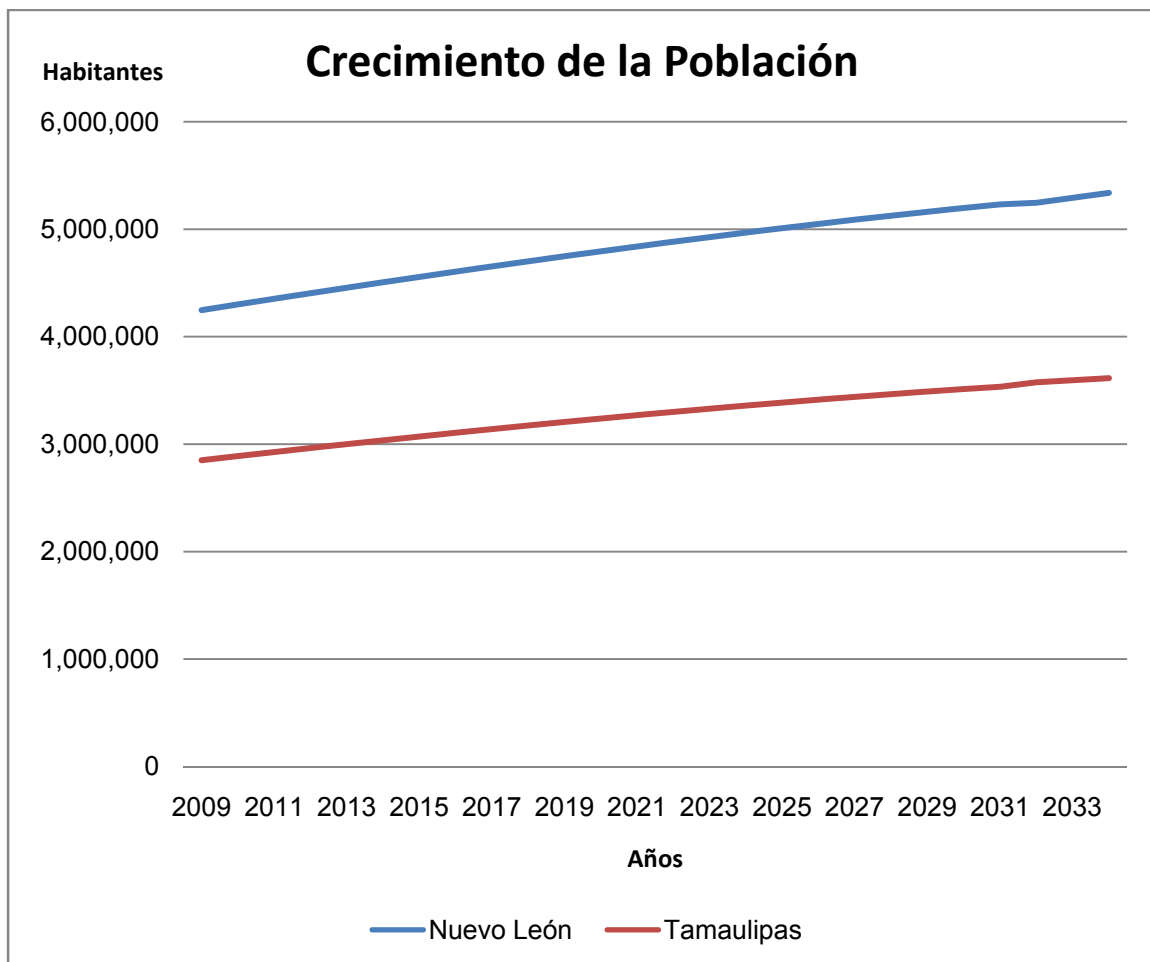


Figura 1. Tendencias de crecimiento de población, localidades dentro de la zona de estudio

Para las localidades del estado de Nuevo León, las tendencias de crecimiento están relacionadas con aquellas sitios ubicados en la periferia del Área Metropolitana de Monterrey (AMM); mientras que en lo que respecta a las localidades con pérdida proyectada, se observan dos grupos: aquellas localidades urbanas grandes que pierden población, ie. Monterrey y San Pedro Garza García; in las localidades pequeñas lejanas al AMM, ie. Dr. Coss, China, Los Herrera (Figura 2).

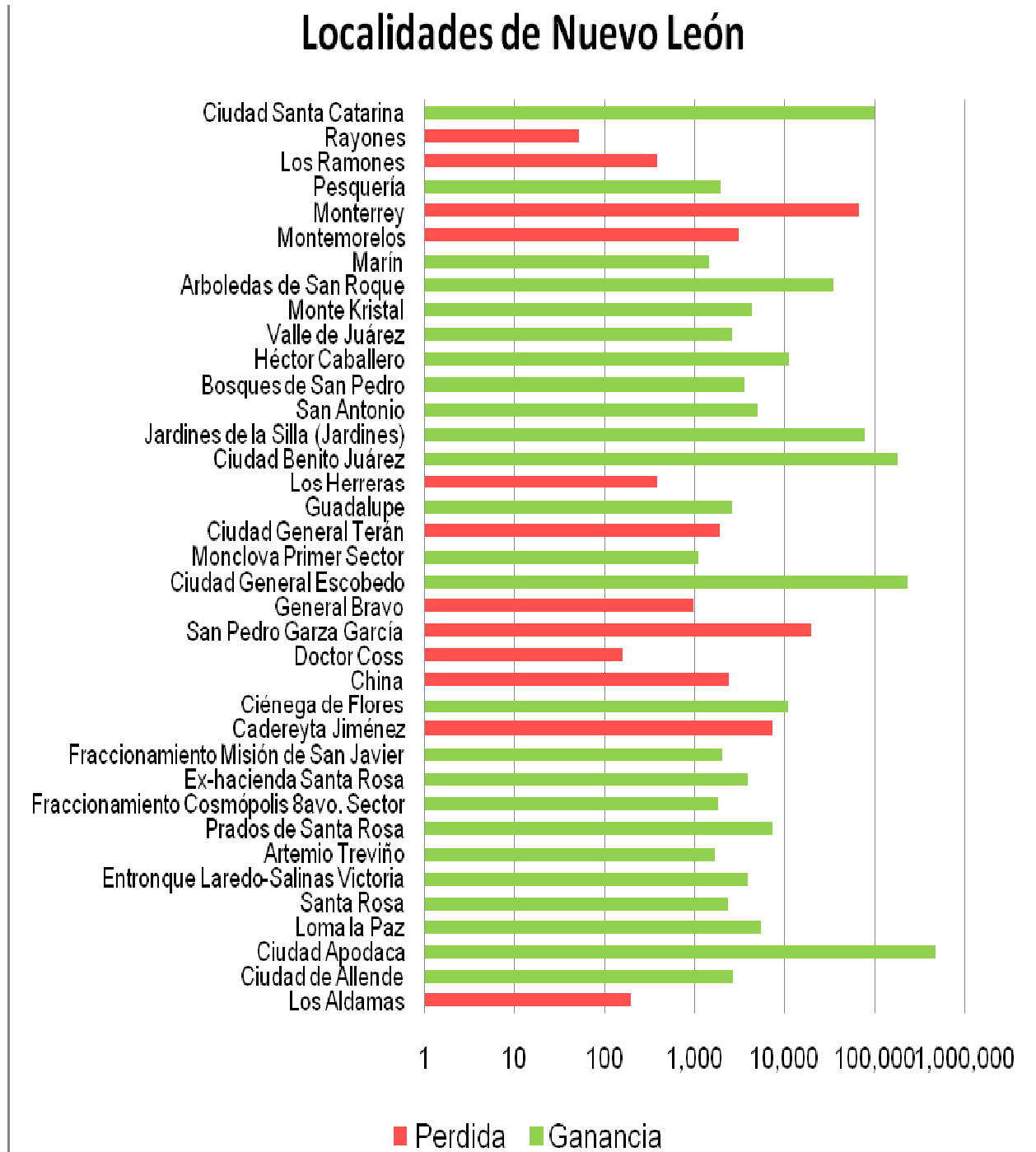


Figura 2. Ganancia o pérdida de población en localidades de Nuevo León.

En el caso de Tamaulipas (Figura 3), las localidades grandes son las ganadoras netas de población (Reynosa y Matamoros) mientras que las que pierden habitantes son localidades pequeñas alejadas de los principales centros de población.

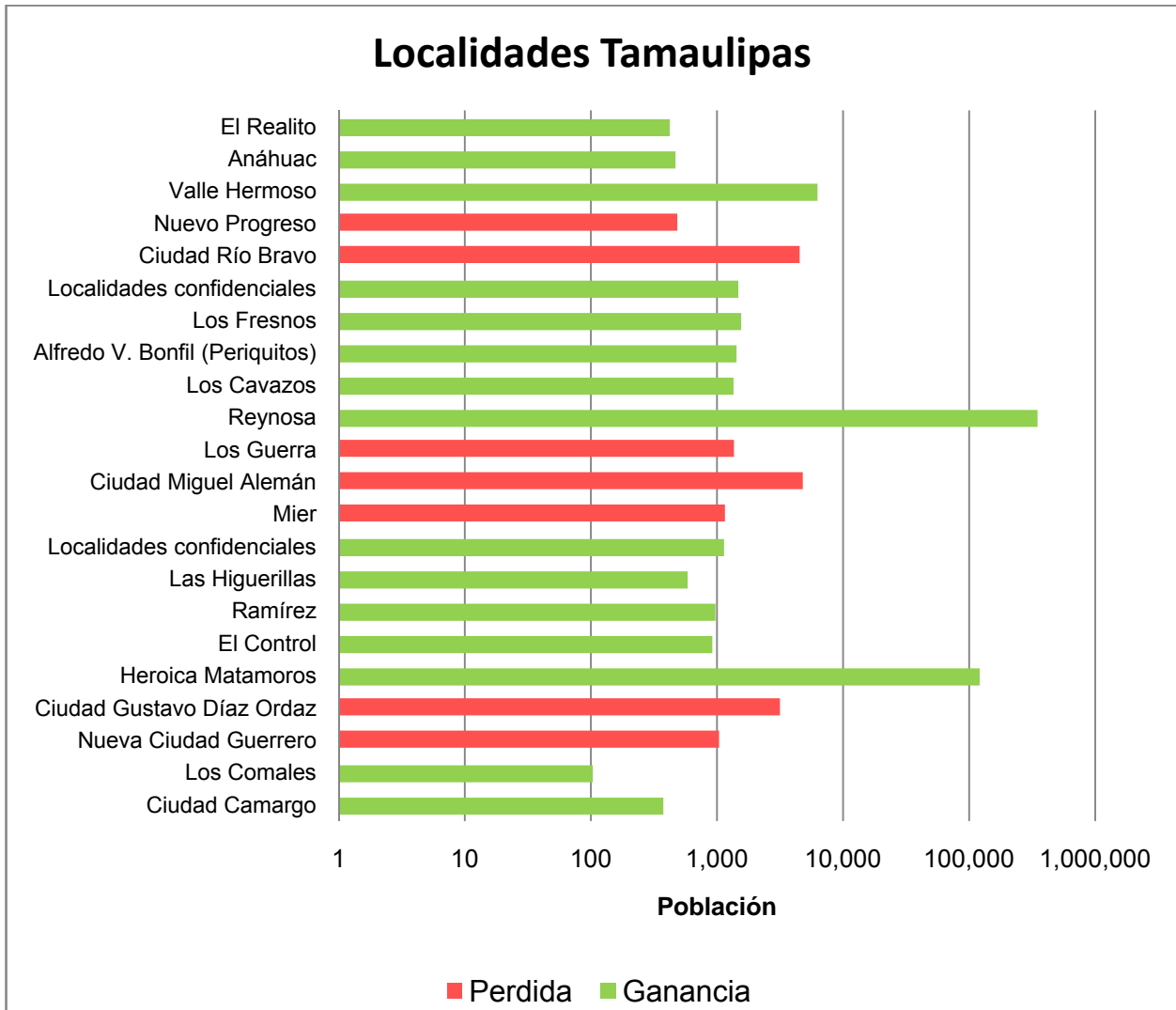


Figura 3. Ganancia o pérdida de población en localidades de Tamaulipas.

Las implicaciones de este crecimiento en relación al tema del agua son obvias, habrá mayor demanda del recurso y mayor presión sobre los sistemas de distribución de agua potable y de colecta de aguas residuales.

Información Topográfica, Hidrológica e Hidrométrica, Vegetación, Fauna y Calidad del Agua

c. “Se recopilará información general de la zona de estudio en las siguientes áreas: hidrografía, geología, topografía, uso del suelo, vegetación, fauna, entre otras), hidrométrica y de calidad del agua.”

RESULTADO

El desarrollo de esta actividad se divide en tres partes, la primera corresponde a la recopilación de la información general de hidrografía, geología, topografía, uso de suelo, vegetación y fauna; la segunda es la recopilación de la información hidrométrica y la tercera es la recopilación de la información de la calidad del agua en el área de estudio.

En la primera parte, correspondiente a la información general, la fuente primaria de información fue la cartografía 1:50,000 y 1:250,000 del INEGI. Se produjeron varios mapas que presentan la información recopilada para la zona de estudio.

Otra fuente de información fueron los Planes de Desarrollo Municipales y Regionales así como el Plan Municipal de Ordenamiento Territorial para el municipio de Matamoros. Se partió de ellos para elaborar un extracto con la información del marco geofísico de los municipios. En los casos en que no se cuenta con el plan de desarrollo, se obtuvo información de la Enciclopedia de los Municipios de México. Esta información se presenta en el Anexo C.

En lo que se refiere a la Hidrometría, se obtuvieron los datos de las estaciones hidrométricas con que cuenta la Comisión Nacional del Agua dentro del área de estudio que corresponden a los últimos 20 años. Se presenta la información en el Anexo D.

Así mismo, se cuenta con una base de datos (la cual se anexa en forma digital) de los flujos históricos de las estaciones hidrométricas ubicadas sobre la corriente del Río Bravo (http://www.ibwc.gov/Water_Data/histflo1.htm). Un ejemplo de la información que se tiene en dicha base de datos se presenta en la Figura 4.

RIO GRANDE BELOW ANZALDUAS DAM NEAR REYNOSA, TAMAULIPAS AND MISSION, TEXAS	
in Cubic Meters per Second	
Data for 2006 through 2008 are PROVISIONAL AND SUBJECT TO REVISION	
01/01/1952	26.80
01/02/1952	27.90
01/03/1952	26.80
01/04/1952	25.60
01/05/1952	26.30
01/06/1952	24.90

Figura 4. Ejemplo de la Base de Datos de los flujos históricos en el Río Bravo.

Finalmente, en la tercera parte, correspondiente a la Calidad del Agua se cuenta con los registros de los sitios de monitoreo de calidad del agua en el área de estudio. Dicha información corresponde al periodo 2001 a 2008. La información se presenta en el Anexo D.

Infraestructura Hidráulica, Servicios y Saneamiento

d. “Recopilar información del área de estudio relacionada con la infraestructura hidráulica, servicios y saneamiento.”

RESULTADO

De acuerdo a Estadísticas del Agua en México 2008, dentro del apartado de infraestructura hidráulica se consideran: presas, acueductos, plantas de potabilización y plantas de tratamiento de aguas residuales. En el área de estudio, dicha infraestructura está compuesta por:

i. Presas:

Dentro del área de estudio se localizan 6 presas importantes (Figura 5); : La presa Internacional Falcón (Falcón) (Tabla 2) en los estados de Tamaulipas (México) y Texas (Estados Unidos) con una capacidad total de 3,273 millones de metros cúbicos, la presa El Cuchillo – Solidaridad (El Cuchillo) (Tabla 3) en el estado de Nuevo León, la cual cuenta 1,123 hm³; la presa Marte R. Gómez (El Azúcar) (Tabla 4) con capacidad total de 824 hm³ en Tamaulipas, la presa Rodrigo Gómez (La Boca) (Tabla 5) con una capacidad de 48 hm³ en Nuevo León y la presa Las Blancas en Tamaulipas (0), con una capacidad de 174hm³ (La ubicación de las mismas se presenta en el Anexo E):

Tabla 2. Datos técnicos de la presa Falcón.

Nombre Oficial	Internacional Falcón
	
	Nombre común Falcón
Año de terminación	Octubre 1953
Capacidad	3,273.418 Mm ³
Área del Embasle (NAMO)	31,200 Ha
Elevación (NAMO)	91.8 m.s.n.m.
Altura de la cortina	50 m
Región Hidrológica	Río Bravo
Entidad Federativa	Tamaulipas – Texas
Ubicación	Mier, Tamaulipas
Uso	Uso público, control de avenidas, generación de energía eléctrica e irrigación
Capacidad Efectiva	32 MW

Tabla 3. Datos técnicos de la presa El Cuchillo.

Nombre Oficial	Cuchillo – Solidaridad
	
Nombre común	El Cuchillo
Año de terminación	1994
Capacidad	1,123 Mm ³
Altura de la cortina	44 m
Área del Embalse (NAMO)	12,794 Ha
Elevación (NAMO)	162.3 m.s.n.m.
Región Hidrológica	Río Bravo
Entidad Federativa	Nuevo León
Ubicación	China, Nuevo León
Uso	Uso público urbano, riego y control de avenidas
Capacidad Efectiva	

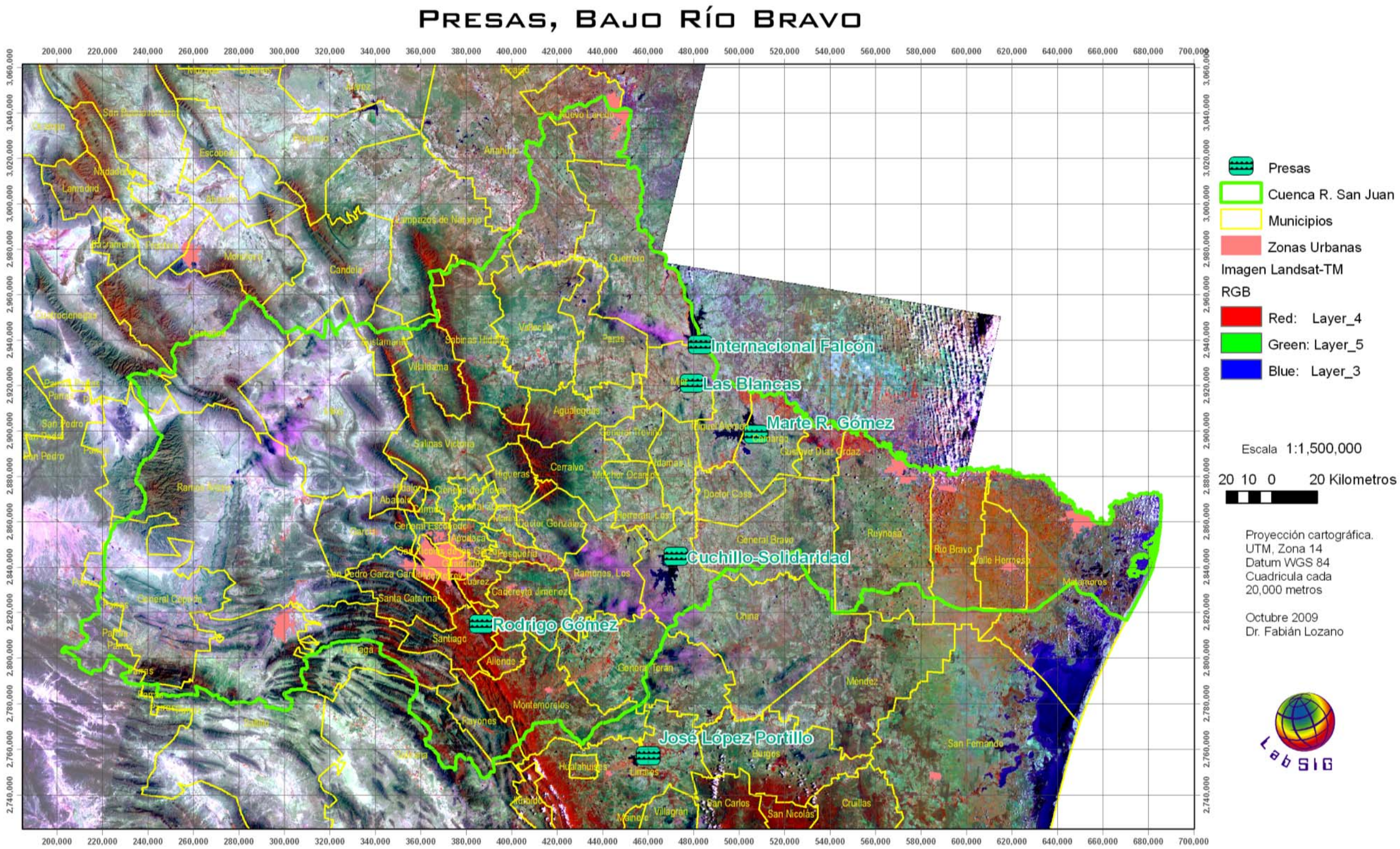


Figura 5. Ubicación de las principales presas en el Bajo Río Bravo.

Tabla 4. Datos técnicos de la presa Marte R. Gómez.


Nombre Oficial	Marte R. Gómez
	
Nombre común	El Azúcar
Año de terminación	1946
Capacidad	994.68 Mm ³
Altura de la cortina	49 m
Área del Embalse (NAMO)	14,846 Ha
Elevación (NAMO)	77.3 m.s.n.m.
Región Hidrológica	Río Bravo
Entidad Federativa	Tamaulipas
Ubicación	Camargo, Tamaulipas
Uso	Riego y uso público urbano
Capacidad Efectiva	

Tabla 5. Datos técnicos de la presa Rodrigo Gómez.

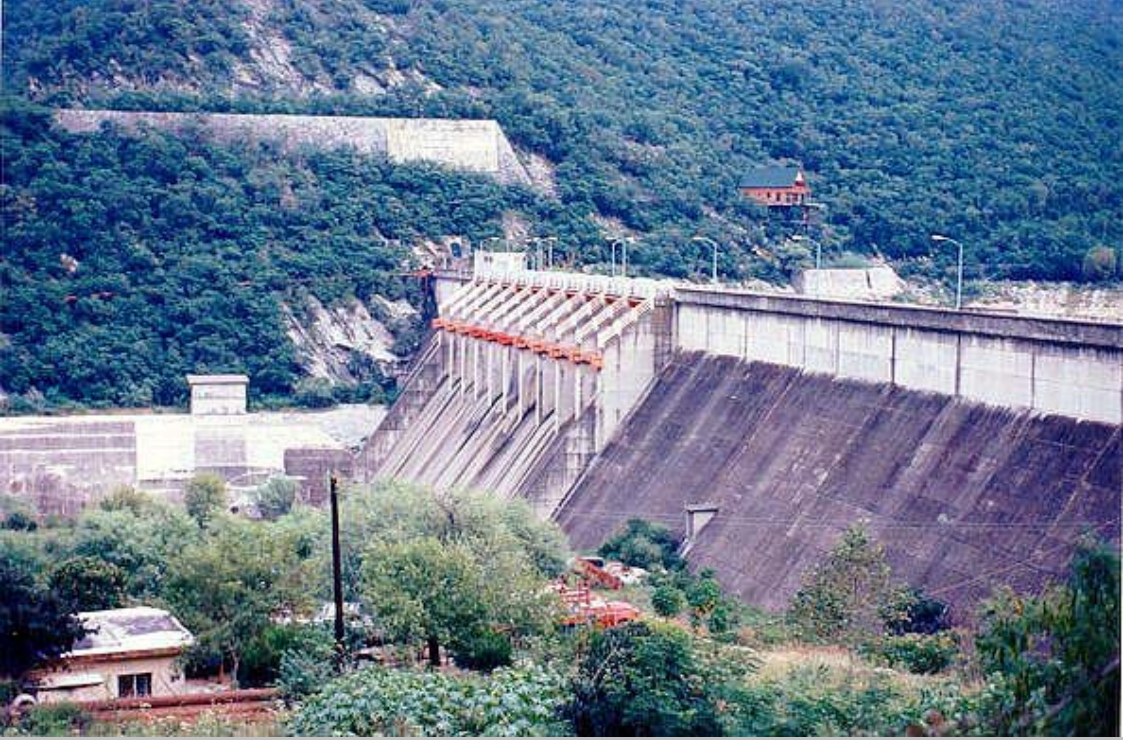

Nombre Oficial	Rodrigo Gómez
	
Nombre común	La Boca
Año de terminación	1964
Capacidad	41.0 Mm ³
Altura de la cortina	34 m
Área del Embasle (NAMO)	540 Ha
Elevación (NAMO)	448.54 m.s.n.m.
Región Hidrológica	Río Bravo
Entidad Federativa	Nuevo León
Ubicación	Santiago, N. L.
Uso	Abastecimiento agua potable y uso industrial
Capacidad Efectiva	

Tabla 6. Datos técnicos de la presa Las Blancas.

Nombre Oficial	Las Blancas
	
Nombre común	Las Blancas
Año de terminación	2000
Capacidad	84 Mm ³
Altura de la cortina	97 m
Área del Embalse (NAMO)	1,778,5 Ha
Elevación (NAMO)	89.92 m.s.n.m.
Región Hidrológica	Río Bravo
Entidad Federativa	Tamaulipas
Ubicación	Mier, Tamaulipas
Uso	Riego y Control de Avenidas
Capacidad Efectiva	

ii. Acueductos

Dentro del área de estudio, se encuentran tres acueductos principales: el acueducto Linares – Monterrey (Tabla 7 y Figura 6) (con 99.5 Km. aproximadamente ya que tiene su origen en la presa Cerro Prieto que está localizada fuera del área de estudio), el acueducto El Cuchillo –

Monterrey (Tabla 8 y Figura 7) dentro del área de estudio en su totalidad y un acueducto regional, denominado China – Los Aldamas – Arcabuz (Tabla 9 y Figura 8) (el cual tiene dos ramales, uno con una longitud de 22.2 Km. y otro con 27.8 Km). La ubicación de estos acueductos se presenta en el Anexo E de la Visita Prospectiva.

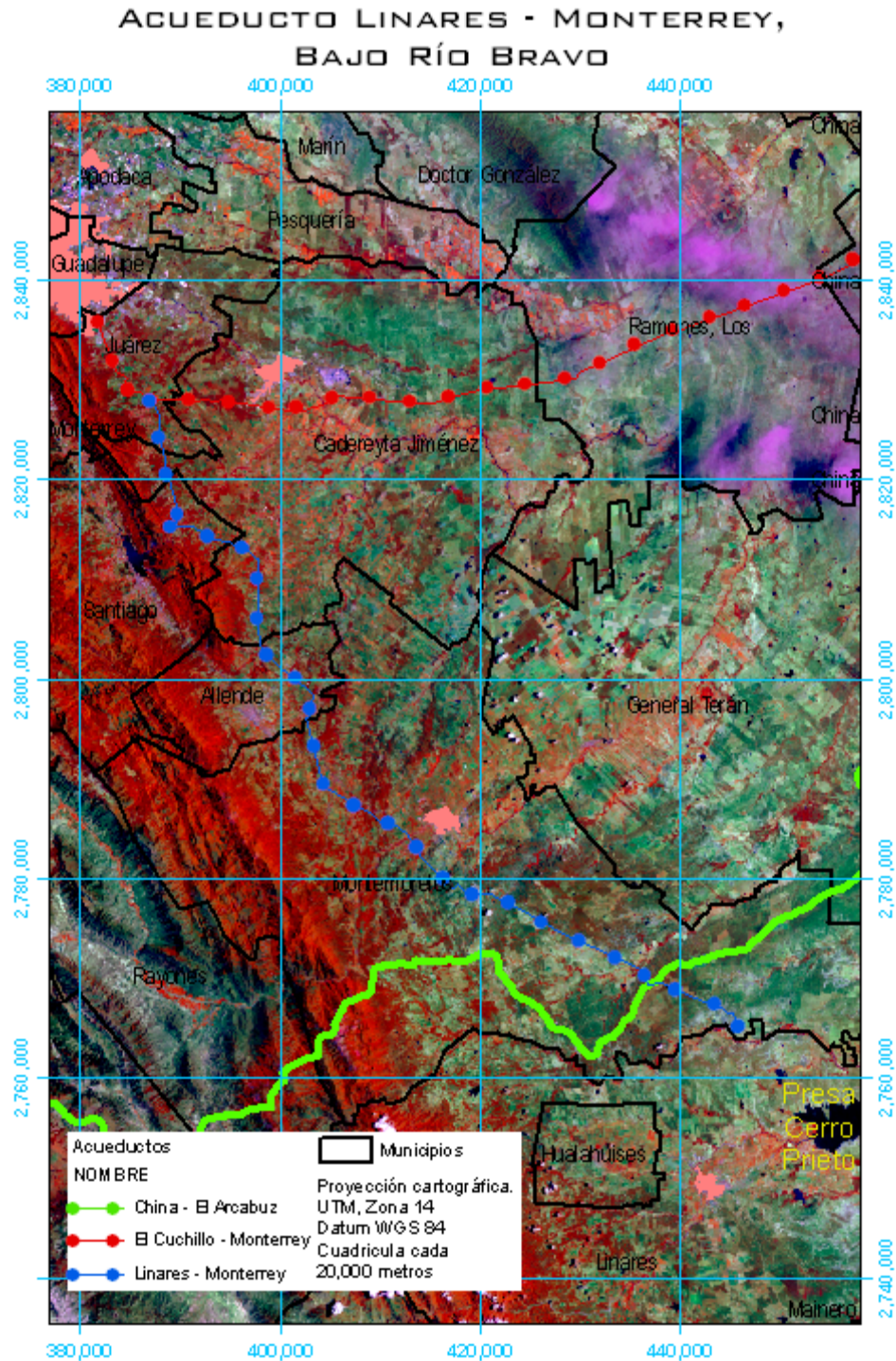


Figura 6. Acueducto Linares - Monterrey.

Tabla 7. Datos técnicos del Acueducto Linares - Monterrey.

Acueducto	Linares – Monterrey
Región Hidrológico – Administrativa	VI Río Bravo
Longitud total	133 Km.
Longitud en área de estudio	99.35 Km. (Aproximadamente)
Caudal de diseño	5,000 LPS
Año de terminación	1984
Abastece a	Área Metropolitana de la ciudad de
	Monterrey, N.L., con agua de la presa
	Cerro Prieto.
Responsable de la operación	Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, I. P. D.

Tabla 8. Datos técnicos del Acueducto El Cuchillo - Monterrey.

Acueducto	El Cuchillo – Monterrey
Región Hidrológico – Administrativa	VI Río Bravo
Longitud total	91 Km.
Longitud en área de estudio	91 Km.
Caudal de diseño	5,000 LPS
Año de terminación	1994
Abastece a	Área Metropolitana de la ciudad de
	Monterrey, N.L., con agua de la presa El
	Cuchillo.
Responsable de la operación	Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, I. P. D.

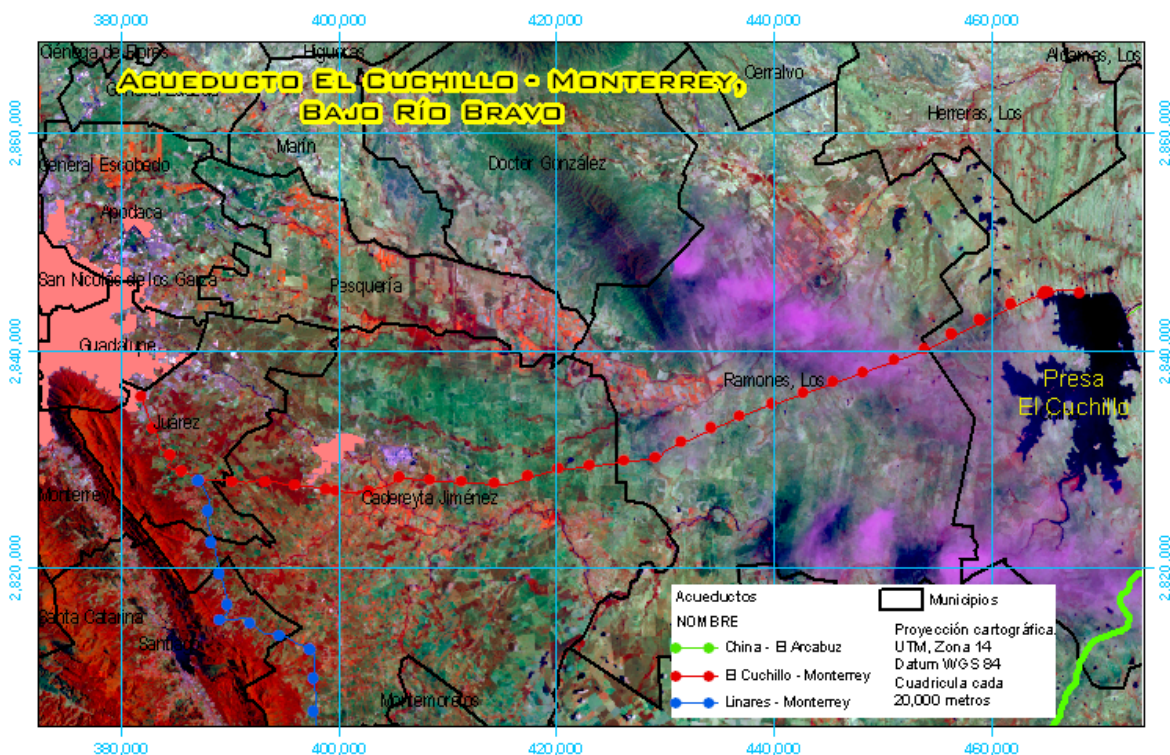


Figura 7. Acueducto El Cuchillo - Monterrey.

Tabla 9. Datos técnicos del Acueducto China – Gral. Bravo – Los Aldama - Arcabuz.

Acueducto	China – Gral. Bravo – Los Aldama – Arcabuz
Región Hidrológico – Administrativa	VI Río Bravo
Longitud total	66.12 Km. hasta el Arcabuz, después tiene dos ramales, uno que surte a Los Marroquín, los Treviño y El Nogalito con 24 Km. y el otro que surte a La Sandía, San Antonio de Reina, Rancho Nuevo, El Salitrillo y Los García con 21 Km.
Longitud en área de estudio	112 Km.
Caudal de diseño	
Año de terminación	
Abastece a	
Responsable de la operación	

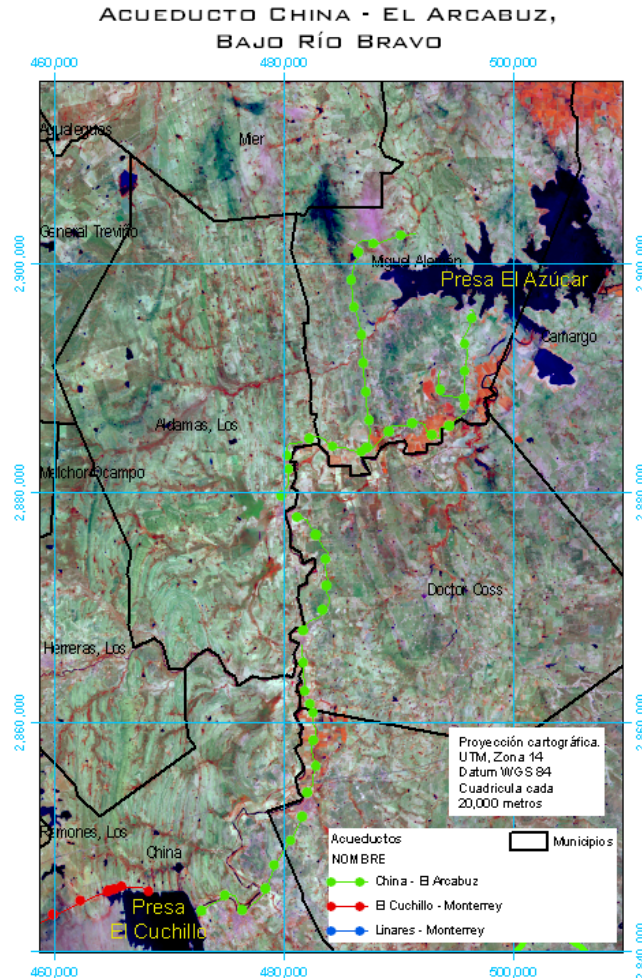


Figura 8. Acueducto China - Arcabuz.

iii. Plantas potabilizadoras

En el renglón de plantas potabilizadoras, existen 22 en los municipios de Coahuila que abarca el proyecto, distribuyéndose 1 en Arteaga, 1 en General Cepeda, 8 en Ramos Arizpe y 12 en Saltillo, juntas tienen una capacidad instalada de 3.14 Litros por Segundo (LPS) y anualmente generan 0.099 Mm³.

Las plantas en Nuevo León son 9 reportadas, de éstas una ya está dada de baja y se proyecta la baja de la planta denominada San Pedro El Álamo; la capacidad instalada es de 15,54 LPS y su caudal tratado es de 7,114 LPS.

Las plantas potabilizadoras en la región comprendida en el estado de Tamaulipas son 36, de estas 6 se reportan que funcionan como almacén solamente. Tienen una capacidad instalada de 9,500 LPS y un caudal tratado de 7,023 LPS. Se presentan los inventarios obtenidos de las plantas potabilizadoras en el Anexo F-1.

iv. Plantas de tratamiento de aguas residuales

Existen 60 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el área de estudio. De estas se encuentran 6 en el estado de Coahuila, 46 en el estado de Nuevo León y 8 en el

estado de Tamaulipas; en el inventario de PTAR que se proporcionó se encontró que 6 de esas plantas están dadas de baja (4 en Nuevo León y 2 en Tamaulipas) y una en Nuevo León que se encuentra fuera de operación.

En conjunto se tiene una capacidad instalada de 364 LPS para los municipios del estado de Coahuila, 12,541 LPS para los municipios de Nuevo León y 941 LPS para los municipios de Tamaulipas. Se presentan los inventarios obtenidos de las plantas de tratamiento en el Anexo F-1.

Información de Cobertura de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

e. “Actualizar la información de coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento consultando la que genera la CONAGUA y complementada, en su caso, con la del INEGI.”

RESULTADO

Se solicitó la información de las coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento generadas por la CONAGUA en 2008.

En los municipios del estado de Coahuila, se tiene una cobertura promedio de 83% para agua potable y de 80% para el alcantarillado, el municipio que cuenta con la mayor cobertura es Arteaga, mientras que el de menor cobertura es Ramos Arizpe.

En Nuevo León, para los municipios comprendidos en el área de interés, se tiene una cobertura promedio de 94% en agua potable y un 74% en alcantarillado. Los municipios con mayor cobertura son los que comprenden la Zona Metropolitana de Monterrey tanto en agua potable como en alcantarillado, además de Marín, Mina y Cadereyta Jiménez en agua potable; los municipios que presentan una menor cobertura son Salinas Victoria y Cerralvo en agua potable, y General Bravo en alcantarillado.

De manera general se tiene en el estado de Tamaulipas: una cobertura promedio de 95% en el renglón de agua potable, un cobertura media de 74% en alcantarillado y un 31% de cobertura en el saneamiento; siendo el municipios con mayor cobertura en los tres aspectos Nuevo Laredo (que se localiza fuera del área de interés), seguido de Díaz Ordaz y Reynosa en cobertura de agua potable, Mier, Valle Hermoso y Matamoros en alcantarillado y Reynosa en saneamiento. Igualmente se mostró que los municipios con menores coberturas son Nuevo Progreso y Valle Hermoso en agua potable, Díaz Ordaz en alcantarillado y Miguel Alemán, Mier, Río Bravo y Valle Hermoso en saneamiento.

Las tablas de las coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento se presentan en el Anexo F-2.

Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales

f. “Se recopilará información específica sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales y de potabilizadoras, en cuanto a los procesos y eficiencias de operación y remoción de contaminantes. La información se solicitará a los organismos operadores y la CILA con apoyo de la CONAGUA.”

RESULTADO

En las reuniones que se tuvieron con la Residencia General en Tamaulipas, y con la Dirección Técnica en Nuevo León para los estados de Nuevo León y Coahuila, se solicitó información acerca de los sistemas de tratamiento y de potabilización de las instalaciones que se recabaron en la actividad 3A.

Con referencia a las plantas potabilizadoras, de las 67 que se tienen registradas en el área de interés, 28 usan la clarificación convencional, 2 utilizan filtros lentos, 4 trabajan con filtración directa, 10 trabajan con clarificación de patente y 19 tienen sistema de tratamiento de osmosis inversa.

En el renglón de las plantas de tratamiento, en total en el área de estudio se tienen 31 plantas que se manejan mediante el proceso de lodos activados, 17 plantas que tienen lagunas de estabilización, 5 con tanque Imhoff, 4 con zanjas de oxidación, 2 con tanques sépticos y 1 con un reactor anaeróbico de flujo ascendente, haciendo un total de 60 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (se encuentran 49 en operación, 10 están dadas de baja y una se encuentra fuera de operación)

Los inventarios de las plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales se encuentran en el Anexo F-3.

Principales Descargas de Aguas Residuales

g. En coordinación con la CONAGUA, se seleccionarán las principales descargas de aguas residuales, con base en el inventario de descargas y en información de los retornos agrícolas, incluyendo en la selección las descargas municipales que en conjunto constituyan al menos el 90% del volumen municipal descargado, los retornos agrícolas que en conjunto constituyan al menos el 90% del volumen agrícola descargado, así como las descargas industriales que en conjunto constituyan al menos el 90% del volumen industrial descargado, incluyendo las descargas industriales más contaminantes.”

RESULTADO

De acuerdo a la base de datos proporcionada por CONAGUA (REPDA), se clasificó la información de las descargas de los 3 estados, para determinar cuáles de éstas constituyen el 90% del volumen descargado anualmente, posteriormente se agruparon por giro, obteniendo como resultado que se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Giros de las descargas con mayor contribución.

Estado	Descargas tipo Industrial	Descargas Agropecuario (acuícola o pecuario)	Descargas tipo Público Urbano (servicios o Municipal)
Coahuila	4	2	3
Nuevo León	4	3	3
Tamaulipas	7	1	4

Una vez identificadas las descargas de mayor contribución, se revisaron en conjunto con CONAGUA, se determinó escoger algunos puntos extras que desde su punto de vista, esto se revisó con cada organismo en especial, incrementando el número de puntos a muestrear en Tamaulipas y Coahuila. Dado que estos puntos no se tienen georreferenciados, en la visita de muestreo se posicionarán. El procedimiento de selección de las descargas se encuentra detallado en el Anexo F-4.

Giros de las Descargas de Aguas Residuales

h. “Determinar los giros de las descargas de aguas residuales no municipales de acuerdo con la clasificación de INEGI e internacional.”

RESULTADO

Con base en el diagnóstico de las descargas que constituyen el 90% del volumen descargado anualmente a los afluentes del Río Bravo se hizo un listado con las descargas más contribuyentes, a cada descarga se le clasificó de acuerdo a su giro tomando como referencia la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) de SECOFI y el Sistema de Clasificación industrial de América del Norte (SCIÁN) del INEGI, teniendo consideradas 35 descargas. La clasificación de las descargas se presenta en el Anexo F-5.

Retornos Agrícolas y Extracciones de Agua

i. “Integrar un listado de los retornos agrícolas y las principales extracciones de agua de los cuerpos de agua incluidos en el estudio.”

RESULTADO

En la información obtenida en la recopilación, se tienen tres distritos de riego, el 025 Bajo Río Bravo, el 026 Bajo Río San Juan y el 031 Las Lajas, los cuales tienen algunos drenes que descargan hacia el Río Bravo, estos drenes son: Dren El Morillo, Dren El Anhelito, Dren Rancherías, Dren Puertecitos, y Dren El Huizache.

Si bien estos drenes no llevan agua de retorno agrícola propiamente, por las condiciones de la zona, si llevan caudales de agua que en ocasiones son las descargas de las plantas de tratamiento o de los sistemas de alcantarillado de los municipios en los que se encuentran. La distribución de los drenes se encuentra en planos en el Anexo F-6.

VI. VISITA PROSPECTIVA.

Visita con Personal de la CONAGUA

a. “La visita prospectiva se llevará a cabo con personal de la CONAGUA.”

RESULTADO

Se coordinó con la Dirección Técnica en el estado de Nuevo León, la cual además fungió como área coordinadora por parte de CONAGUA, en Tamaulipas el apoyo se dio por parte del Residente General y en Coahuila el soporte lo dio la Dirección de Asistencia Técnica y Operativa.

Se optó por integrar la visita prospectiva con el muestreo y los aforos en el estado de Nuevo León y en Coahuila para agilizar el proceso, los resultados de los muestreos y aforos se presentarán en el tercer reporte. En el caso de Tamaulipas fue necesario separar la visita y el muestreo ya que se consideró conveniente primero localizar puntos que fueran accesibles tanto para el muestreo como para los aforos.

Se presenta en el Anexo G la lista de asistentes a la reunión en Tamaulipas así como los oficios presentados a los organismos operadores.

Ubicación y Geoposicionamiento de Descargas de Aguas Residuales

b. “Ubicar y geoposicionar las descargas de aguas residuales en el tramo comprendido entre la presa Falcón y el Golfo de México, incluyendo las descargas en los principales afluentes”

RESULTADO

Para esta actividad se geoposicionaron las descargas de aguas residuales obtenidas en la actividad 3D. Los mapas y las bases de datos generados se presentan en el Anexo H.

Ubicación y Geoposicionamiento de Muestreos en el Río Bravo

c. “Ubicar y geoposicionar los sitios de muestreo en el río Bravo y en sus principales afluentes. La información de las descargas de aguas residuales se incluirá en los inventarios que elabora la CONAGUA.”

RESULTADO

Para esta actividad se geoposicionaron los sitios de muestreo propuestos con los organismos operadores, así como las descargas de aguas residuales seleccionadas. En total se muestrearon 107 puntos () de distintos tipos de descargas, corrientes, etc. (Tabla 11). Los mapas y las bases de datos generados se presentan en el Anexo H.

Tabla 11. Tipos de muestreos en cuerpos de agua.

Tipo de muestra	Total
Agua Residual Tratada	2
Canal	4
Corriente Superficial	40
Corriente superficial, obra de toma	6
Descarga	6
Descarga Industrial	23
Descarga Sanitaria	8
Drenes	14
Laguna	1
Presa	1

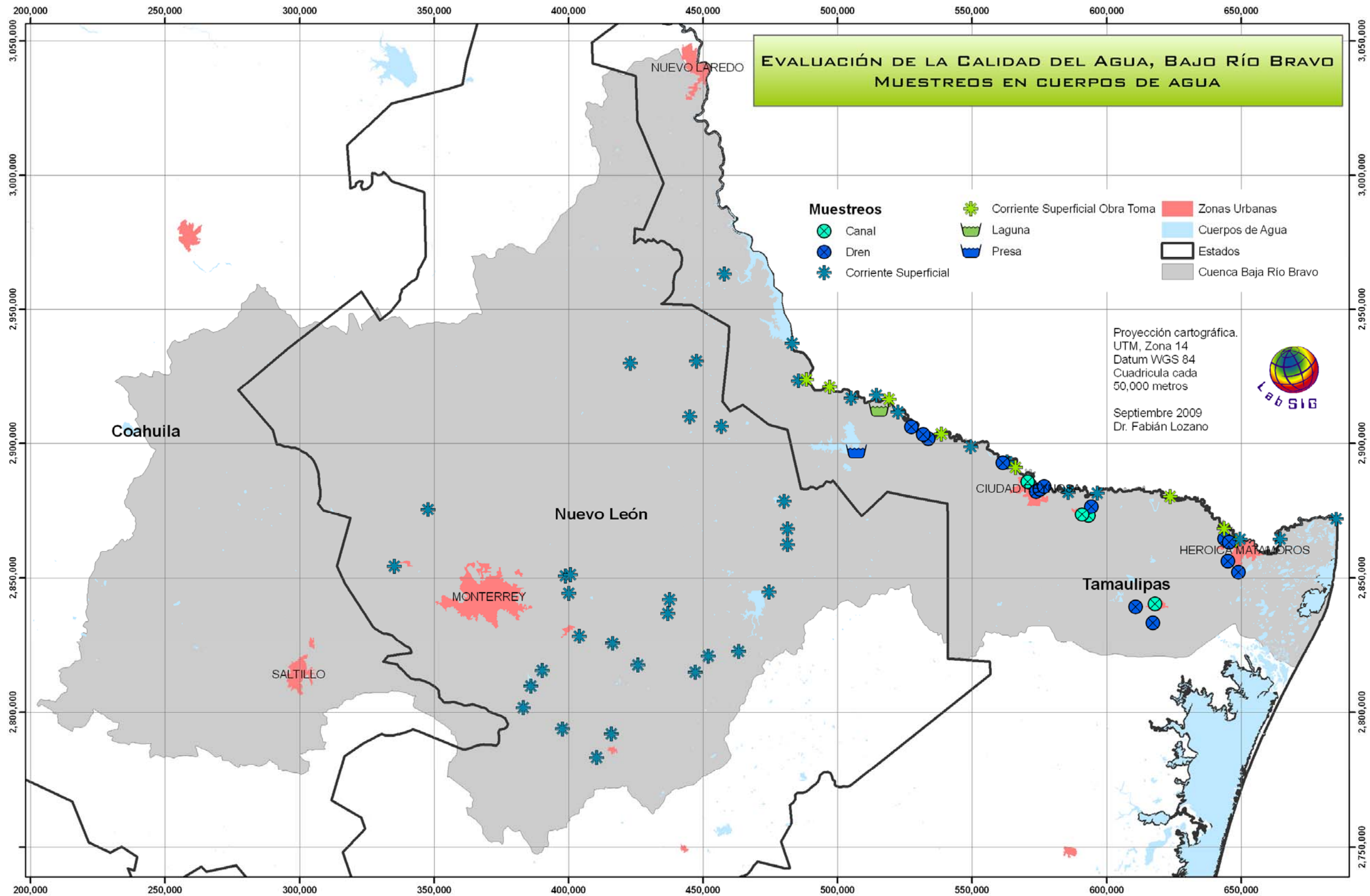


Figura 9. Localización los muestreos, Cuerpos de agua

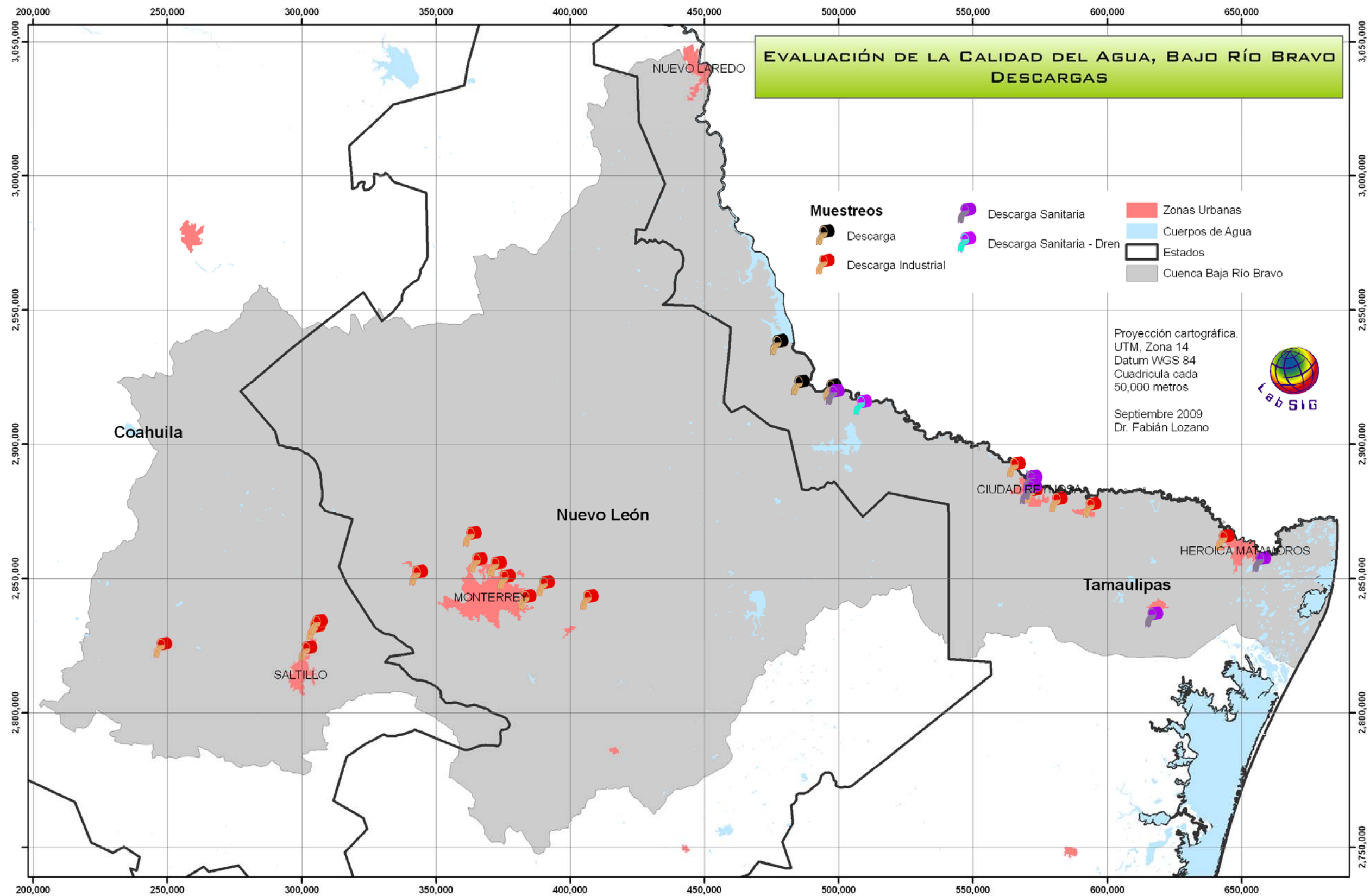


Figura 10. Localización los muestreos, Descargas.

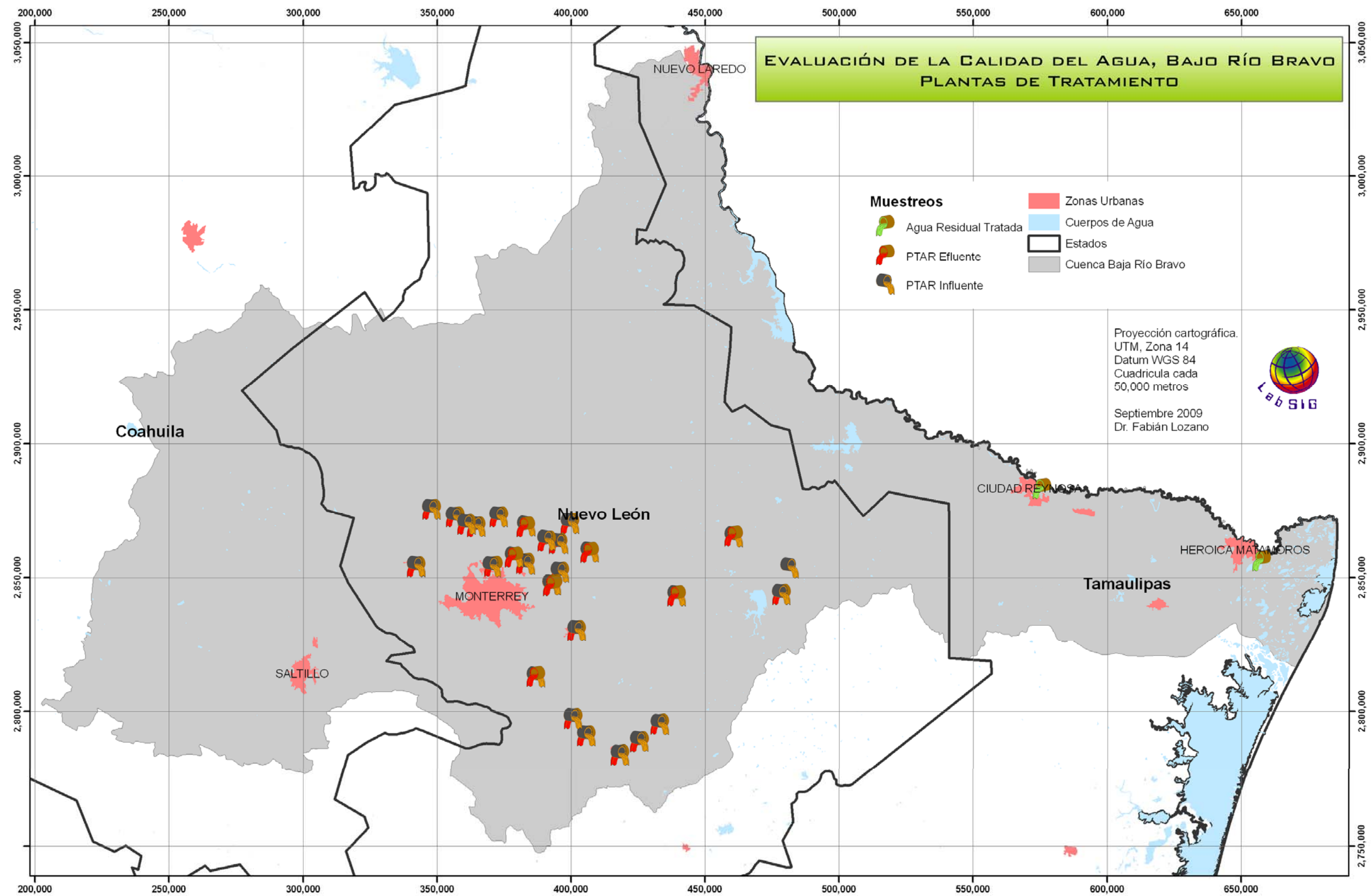


Figura 11. Localización los muestreos, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Identificación y Geoposicionamiento de Infraestructura Hidráulica

d. “Se identificarán y geoposicionarán la infraestructura hidráulica y de servicios (potabilizadoras y plantas de tratamiento), todas las estaciones hidrométricas que se ubican en el río y sus afluyente y en particular aquellas que coinciden con las estaciones de monitoreo de la calidad del agua.”

RESULTADO

Para esta actividad se geoposicionaron la infraestructura hidráulica (presas, acueductos, plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales), las estaciones hidrométricas y de calidad del agua, los mapas y las bases de datos generados se presentan en el Anexo E.

Ubicación de Descargas

e. “Se elaborará un croquis de ubicación del generador de la descarga y el punto de la descarga con fotografía (se anexa ejemplo). Para el caso de plantas de tratamiento se incluirá la localización geográfica del afluyente y efluente y un croquis que describa el tipo y trenes de tratamiento (se anexa ejemplo.”

RESULTADO

Las plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del Río San Juan, son fundamentalmente de dos tipos: lodos activados y lagunas de oxidación (Tabla 12). Para cada planta se registro la ubicación del influente, el efluente y la puerta de acceso a la planta, empleando un GPS marca Magellan Promark 3, complementado con otro GPS Magellan Xcm (Figura 12), la ubicación se determino por medio de un proceso diferencial 1, (el cual calcula el promedio de las lecturas instantáneas cada segundo) durante un periodo de 10 minutos. La ubicación de cada una de las plantas se presenta en la Figura 13, en donde se muestra la ubicación de las plantas en relación a la red hidrológica y la elevación regional.



Figura 12. Geoposicionamiento de estructuras en las plantas de tratamiento

Se identificó el acceso a cada planta en relación a la zona urbana y otras referencias sobre fotografías aéreas u otra referencia similar, así como la localización del influente y el efluente en la planta. Además, se obtuvieron (por parte de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, I.P.D.), los diagramas de operación de las plantas de tratamiento. Un ejemplo de los croquis de localización general, de localización de influentes y efluentes y los diagramas de las plantas se muestran en las Figura 14 a la Figura 16; el resto de las planta se presenta en Anexo I

Tabla 12. Plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del Río San Juan

	Planta	Tipo	Descarga
1	Abasolo	Lodos activados	Río Salinas
2	Allende	Lodos activados	Arroyo Mireles
3	Cadereyta	Lodos activados	Río Santa Catarina
4	El Carmen	Lagua de Oxidación	Río Salinas
5	China	Lodos activados	Río San Juan
6	Cienega de Flores	Lagua de Oxidación	Río Salinas
7	Congregación Calles	Lodos activados	Arroyo El Blanquillo
8	Dr. González	Lagua de Oxidación	Río Dr. González
9	Dulces Nombres	Lodos activados	Río Pesquería y Arroyo Ayancual
10	García	Lodos activados	Río Pesquería
11 *	General Bravo	Lagua de Oxidación	
12 *	General Terán	Lodos activados	
13	General Zuazua	Lagua de Oxidación	Río Salinas
14 *	Los Herrera	Lagua de Oxidación	
15	Hidalgo	Lagua de Oxidación	Río Salinas
16	Higueras	Lodos activados	Río Dr. González
17	Marín	Lagua de Oxidación	Riego Agrícola
18	Mina	Lagua de Oxidación	Río Salinas
19 *	Montemorelos I	Lodos activados	
20	Montemorelos II	Lodos activados	Río Pílon
21	Noreste	Lodos activados	Arroyo Topo Chico
22	Norte	Lodos activados	Río Pesquería
23	Pesquería	Lodos activados	Río Pesquería
24	Los Ramones	Lagua de Oxidación	Río Pesquería
25	Salinas Victoria	Lagua de Oxidación	Río Salinas
26	Santa Rosa	Lodos activados	Río Pesquería
27	Santiago	Lodos activados	Río San Juan

* Por acuerdo con el personal de CONAGUA, estas 4 plantas no se muestrearon.

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CUENCA DEL RÍO SAN JUAN

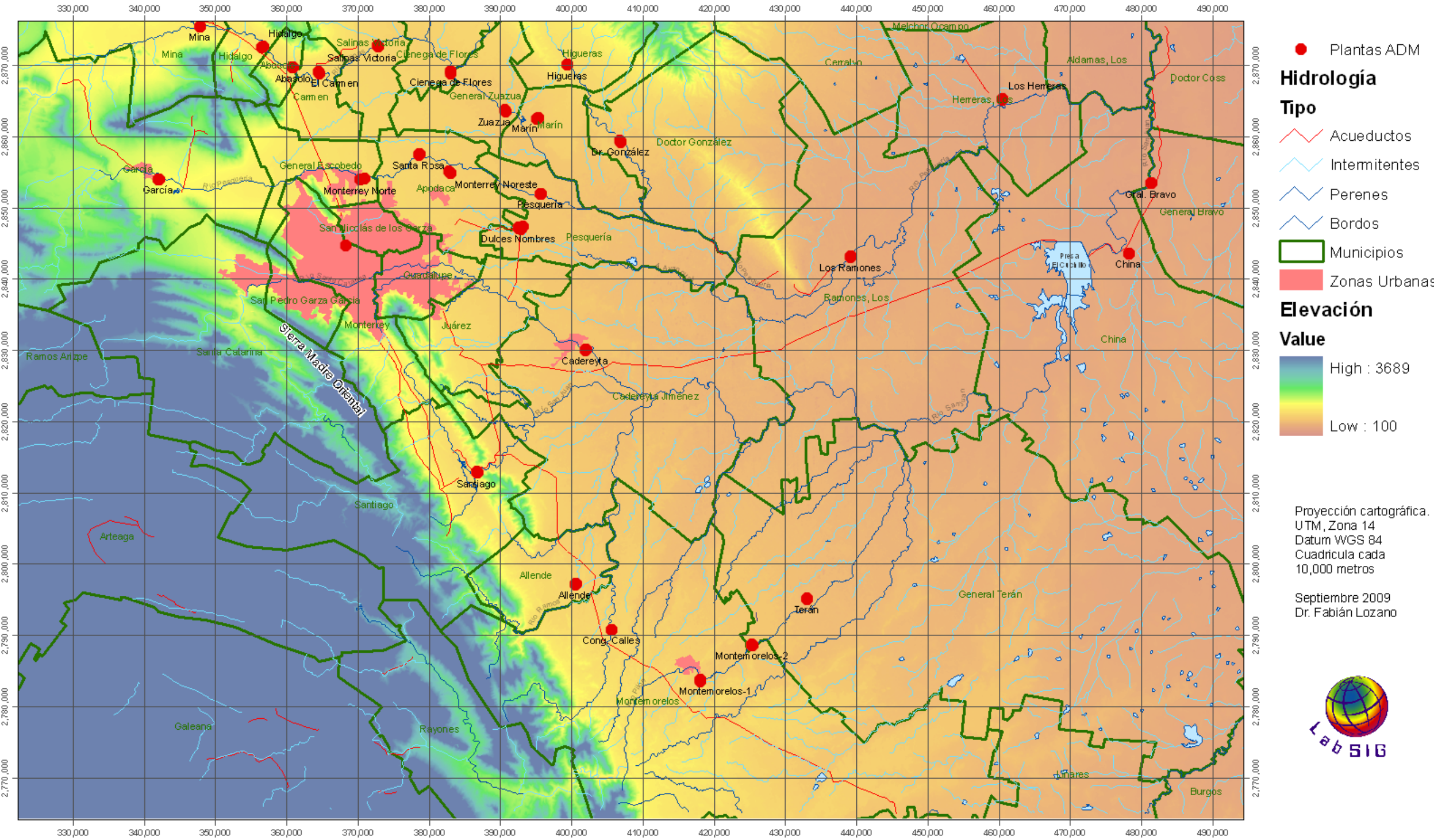


Figura 13. Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Aguas residuales en el AMM y región subperiférica.

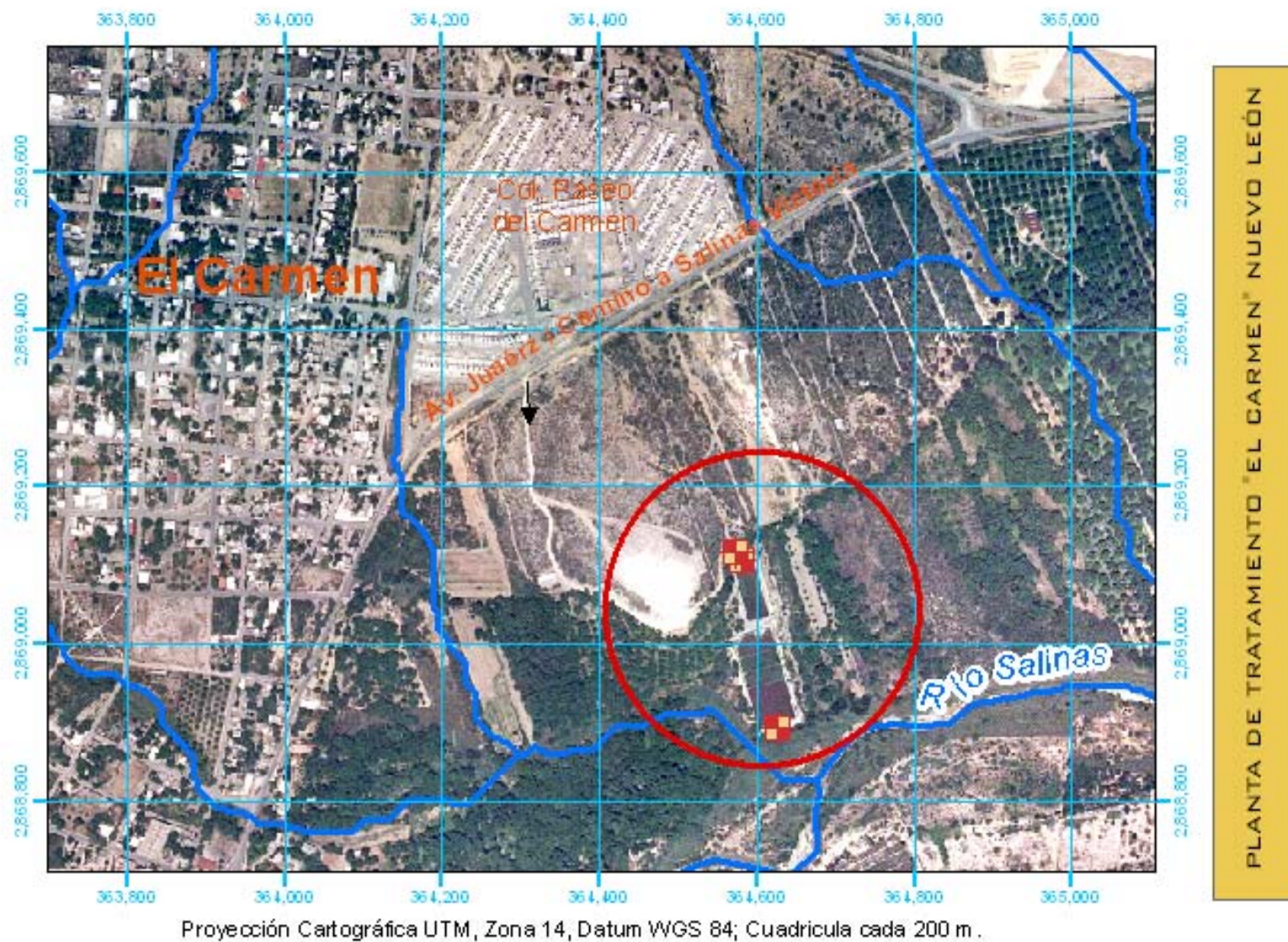


Figura 14. Ubicación general de la planta de tratamiento de aguas residuales de El Carmen, N.L.



Figura 15. Localización del influente y efluente en la planta de tratamiento de aguas residuales de El Carmen, N.L.

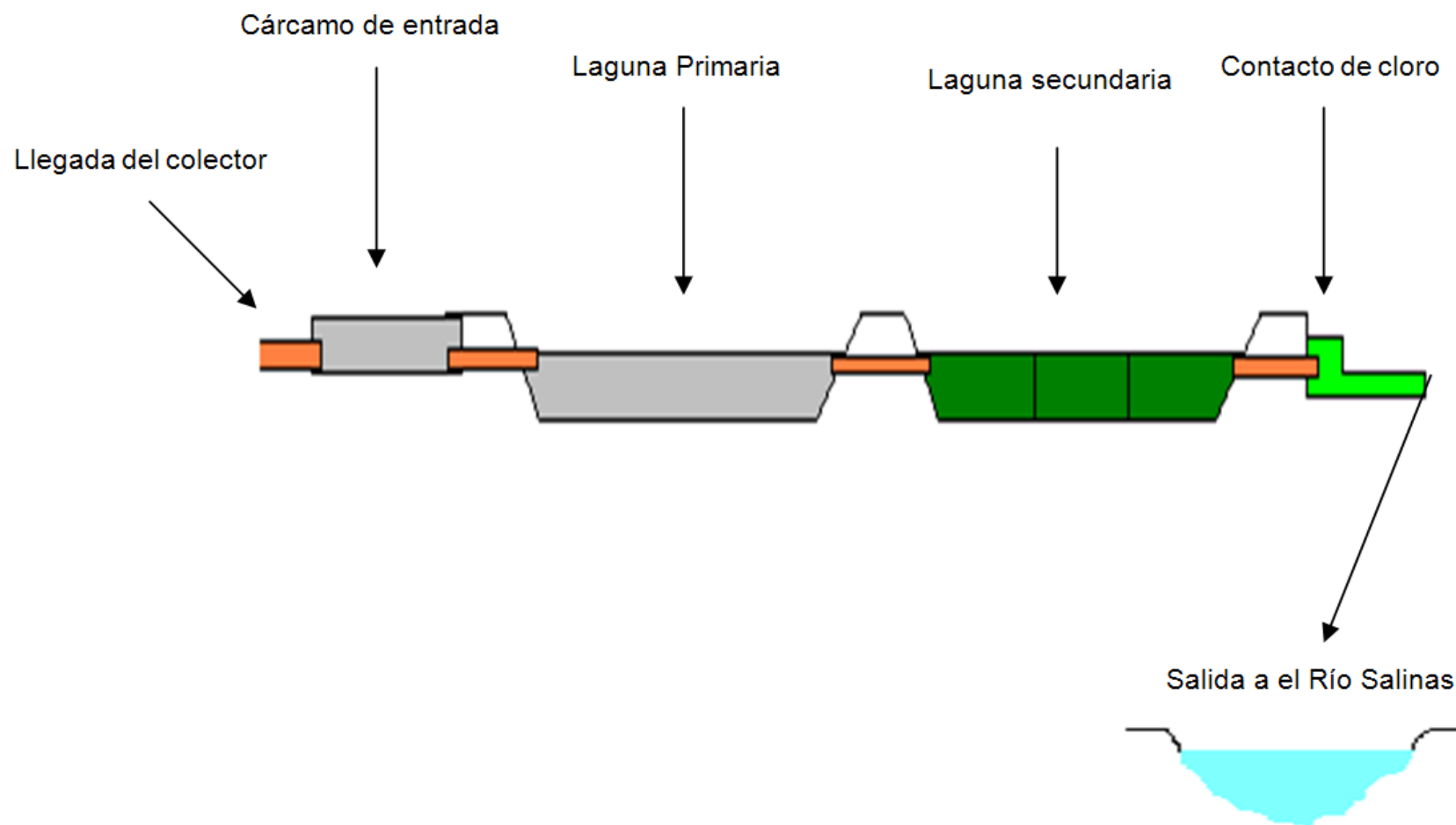


Figura 16. Diagrama de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales de El Carmen, N.L.

VII. Aforo y Muestreo

Muestreos en Cuerpos de agua y Descargas de Aguas Residuales

a. “Se realizarán aforos y mediciones de parámetros de campo tales como: conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, temperatura, sólidos disueltos totales, color y turbiedad en al menos 56 sitios de los cuerpos de agua seleccionados en la visita prospectiva. En los mapas se muestra una primera aproximación a la ubicación de estos sitios. Asimismo, se realizarán aforos y determinaciones de los mismos parámetros de campo en las 50 descargas de aguas residuales municipales e industriales y retornos agrícolas más importantes. Todas estas determinaciones se realizarán con equipos de campo. Se llevará a cabo la toma de muestras en todos los cuerpos de agua y descargas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.”

RESULTADO

En esta actividad se realizaron muestreos a 53 puntos de corrientes superficiales y a 54 descargas, las cuales se distribuyen como sigue: en el estado de Coahuila se tienen 6 muestras en descargas, en Nuevo León se tienen 27 muestras en corrientes superficiales y 12 muestras en descargas – cabe hacer mención que en la actividad 3C se seleccionaron 16 descargas para el estado de Nuevo León, sin embargo al momento de realizar la visita para el muestreo se encontró que cuatro de estas empresas se encuentran fuera de operación, incluso en una, la avícola había sido reemplazada por un nuevo fraccionamiento residencial -, y en Tamaulipas se tienen 26 muestras de corrientes superficiales y 36 descargas.

Los datos de la ubicación, parámetros de campo y aforo de los puntos se presenta en el Anexo H, también se presenta un mapa en donde se puede observar la distribución de los puntos en toda el área de estudio y la base de datos de dichos puntos. Un ejemplo de las fichas técnicas de cada muestreo se muestran en la Figura 17; el Anexo J contiene las fichas técnicas de los 107 puntos muestreados.

Evaluación de Remoción de Contaminantes en Plantas de Tratamiento

b. “Se evaluará la remoción de contaminantes de las siguientes plantas de tratamiento:

Allende, Montemorelos, Terán, Municipal de China, Gral. Bravo, Norte, Noreste, Pesquería, General Zuazua, San Nicolás de Hidalgo, Ciénaga de Flores, Salinas Victoria, El Carmen, Los Ramones, Dulces Nombres, Refinería Héctor Lara Sosa, PEMEX Gas Petroquímica Básica, Cadereyta, Santiago y García

Con este propósito se realizarán dos muestreos instantáneos a las siguientes horas: a las 8 am. y a las 4 pm. En cada planta se determinarán en campo los siguientes parámetros: Caudal, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, temperatura, sólidos disueltos, color, turbiedad, en la entrada (afluente) y salida (efluente).

RESULTADO

Los muestreos de agua en las plantas de tratamiento se realizaron durante el periodo de 24 de septiembre al 5 de octubre del 2009. Las muestras fueron analizadas por el laboratorio

PROYECTOS Y ESTUDIOS SOBRE CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL, S.A. DE C.V (PECI) el cual cuenta con certificaciones de la EMA y la Conagua. Los parámetros analizados fueron pH, Temperatura, Color, Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Turbidez y Coliformes Fecales (Tabla 13):

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL BAJO RÍO BRAVO					
Muestreo de Aguas Superficiales					
ID	1	LONGITUD	99° 53' 16.30"	LATITUD	25° 09' 41.10"
NOMBRE	Brecha El Chapotal			CORRIENTE	Río Pílon
MUNICIPIO	Montemorelos			ESTADO	Nuevo León
FECHA	8/13/2009	Q (lps)	1373.86	Tipo	Corriente Superficial
FOTOGRAFÍAS					
RESULTADOS DE LABORATORIO					
PARAMETRO	UNIDAD	M.C.	RESULTADO		CALIDAD DEL AGUA
COND. ELECTRICA	µS/cm		627.00		
COLIFORMES FECALIS	NMP/100 ml		50.00		Excelente
Color	Un. Pt - Co	4	4.00	4.00	
DBO5	mg/L	3	3.00		Excelente
DQO	mg/L	2	2.00		Excelente
OD	mg/L		3.72		Aceptable
pH			7.06	7.96	
SDT	mg/L		401.28		
SST	mg/L	3	32.00		Buena Calidad
TEMPERATURA	°C		26.60		
TURBIDEZ	NTU		12.20		
NOTA:					
M.C. = Mínimo a cuantificar					
Color: El valor fuera de paréntesis es de campo, dentro de paréntesis es de laboratorio.					
pH: El valor fuera de paréntesis es de campo, dentro de paréntesis es de laboratorio.					
La evaluación que se presenta en el reporte se realizó con base en la clasificación que utiliza CONAGUA actualmente					

Figura 17. Ejemplo de ficha técnica de los muestreos en el Bajo Río Bravo

Tabla 13. Parámetros analizados para las muestras de las plantas de tratamiento.

Parámetro	NMX-AA
pH (Unidades de pH)	008- SCFI-2000
Temperatura (°C)	007- SCFI-2000
Color U (Pt-Co)*	045-SCFI-2001
Conductividad (mS/m)**	093-SCFI-2000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L DBO ₅)	028-SCFI-2001
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	030-SCFI-2001
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	034- SCFI-2001
Turbidez (UTN)	038- SCFI-2001
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	42-1987
Oxígeno Disuelto	
Gasto	

Los resultados de los análisis se presentan en forma de fichas técnicas (Figura 18) en las que se lista la fecha del muestreo, la ubicación, los parámetros medidos y sus resultados, así como las notas relevantes a dichas mediciones. Los resultados de los análisis se presentan en el Anexo K.

INFORME DE PRUEBAS		
FECHA DE RECEPCION	No. DE ORDEN	FECHA DE EMISION
Septiembre 30 de 2009	0909-3085	Octubre 09 de 2009
RAZON SOCIAL	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey	
DIRECCION	Ave. Eugenio Garza Sada No. 2501 Sur Colonia Tecnológico, Monterrey N.L.	
DESCRIPCION	PTAR García (Efuyente) 16:10 h, Camino a Ladrilleras S/N, García N.L.	
TIPO DE MUESTRA	Puntual	
PARAMETRO	NMX-AA	RESULTADO
pH (Unidades de pH)	008- SCFI-2000	7.29
Temperatura (°C)	007- SCFI-2000	31.2
Color U (Pt-Co)**	045-SCFI-2001	120
Conductividad (mS/m)*	093-SCFI-2000	126.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L DBO ₅)	028-SCFI-2001	236.0
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	030-SCFI-2001	461.0
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	034- SCFI-2001	360.0
Turbidez (UTN)	038- SCFI-2001	322
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	42-1987	2 100 000
OBSERVACIONES	Muestra tomada por Personal de PECI, S.A. de C.V. * Valor equivalente a 1260 µS / cm. ** El color aparente de la muestra, es decir, sin filtrar de 500 U (Pt-Co)	
FECHA DE ANALISIS	REVISO	AUTORIZO
Septiembre 30 – Octubre 05 de 2009	Q.B.P. Socorro González Domínguez Q.F.B. Cristina Isabel López Jofre de Ará Jefes de Área	M.C. Elsa María Aguilar González Gerente General
<small>ESTE INFORME AMPARA SOLO LA MUESTRA SOMETIDA A PRUEBA. ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO EN FORMA PARCIAL SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DE ESTE LABORATORIO. ACREDITACION ISO No. AQ-030-013-02 A PARTIR DE: 2008-07-02, VIGENTE A: 2010-07-02.</small>		

CONFIDENCIAL

Aprobación CNA 00A-682
FSC-07-01

Figura 18. Ejemplo de ficha técnica de mediciones en las plantas de tratamiento.

VIII. ANÁLISIS DE LABORATORIO.

Determinaciones Analíticas

a. “Se realizarán las determinaciones analíticas de la demanda bioquímica de oxígeno a 5 días, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales y coliformes fecales a las muestras tomadas en la campaña de aforo y muestreo. Las determinaciones de coliformes fecales se pueden realizar con métodos de sustrato definido. Los demás parámetros se realizarán de acuerdo a las normas mexicanas correspondientes. Asimismo, se realizarán las determinaciones de coliformes fecales, DBO5, DQO y SST en la entrada y salida de las plantas.”

RESULTADO

Se realizaron las determinaciones analíticas de DBO, DQO, SST y coliformes fecales a las muestras tomadas en la campaña de muestreo. Por el volumen de muestra, se trabajo con distintos laboratorios certificados. Los laboratorios seleccionados para realizar dichas determinaciones fueron:

LABORATORIO DEL GRUPO MICROANALISIS, S. A. DE C. V.

ACREDITACION EMA No. AG-016-008/08 (Agua)

Vigencia: 2008-08-06 al 2012-08-06.

Aprobación CONAGUA No. CNA-GCA-597

Vencimiento: 2010-08-06

FASIQ INTERNACIONAL S. A. DE C. V.

ACREDITACION EMA No. AG-176-031/08 (Agua)

Vigencia: 2008-12-10 al 2012-12-10.

Aprobación CONAGUA No. CNA-GCA-602

Vencimiento: 2010-12-10

Las determinaciones analíticas se realizaron con los métodos:

- a. Coliformes Fecales: NMX-AA-042-1987
- b. Color: NMX-AA-045-SCFI-2001
- c. Demanda Bioquímica de Oxígeno: NMX-AA-028-SCFI-2001
- d. Demanda Química de Oxígeno: NMX-AA-030-SCFI-2001
- e. Sólidos Suspendidos Totales: NMX-AA-034-SCFI-2001
- f. Turbiedad: NMX-AA-038-SCFI-2001

Las muestras se denominaron de la siguiente manera: Las muestras realizadas en Coahuila se denominaron ##RA (estas son 01RA a 06RA), las muestras realizadas en Nuevo León se denominaron M# (para las muestras de aguas superficiales se numeraron de M1 a M27, mientras que para las descargas solamente se consideró el consecutivo en el estado, es decir de la muestra 20 a la 39, esto por los distintos equipos de trabajo), para el muestreo en Tamaulipas, se denominaron como M## de la muestra M28 a la muestra M88. En el caso de la muestra *M35, se tomó debido a que en condiciones normales de operación el flujo que lleva se descarga al Arroyo El Buey, sin embargo, se pudo observar que por daños en la infraestructura del dren, este se descargaba hacia el Dren Rancherías.

En campo se muestrearon conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, temperatura, color y turbidez, la determinación de los sólidos disueltos totales se hizo mediante la relación establecida por Pettygrove y Asano (1985) en la que se relaciona la conductividad eléctrica con el contenido de sólidos disueltos totales mediante la ecuación $TDS = CE \text{ (dS/m)} \cdot 640$. También se realizaron los aforos de las corrientes, en los casos en los que no fue posible realizarlos por las condiciones de la descargas, se solicitaron los datos a la empresa de la que proviene la descarga. Estos parámetros se midieron utilizando tres sondas: un medidor de Oxígeno Disuelto marca HACH modelo HQ30d Flexi, y una sonda multiparamétrica (OD, pH, T, CE) marca HACH modelo HQd/IntelliCAL Rugged Field Kit, la turbidez se midió con un Turbidímetro HACH modelo 2100 P. Por el volumen de las muestras, las primeras 8 muestras (M1 a M8 se analizaron en el laboratorio de FASIQ International, el resto de las muestras se analizó en el laboratorio de Grupo Microanálisis.

Los resultados de las determinaciones así como los parámetros obtenidos en campo para los puntos de muestreo y las descargas seleccionadas se presentan en el Anexo H. Los reportes de laboratorio se encuentran en el Anexo J, para su consulta.

Las muestras colectadas en las plantas de tratamiento de aguas residuales de Nuevo León, fueron procesadas por PECL-Lab

PROYECTOS Y ESTUDIOS SOBRE CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

ACREDITACION EMA No. AG-030-013/08

Vigencia: Julio 2010.

Aprobación CONAGUA No. CNA-GCA-582

Vencimiento: Julio 2012

IX. Evaluación de Resultados

Integración de los Resultados

a. “Se elaborarán tablas en Excel de nombre del sitio o planta, con ubicación geográfica y las mediciones obtenidas; gráficas de la magnitud del parámetro medido en relación a la distancia señalando la fuente de contaminación más importante.”

RESULTADO

Los datos colectados en campo y obtenidos en las determinaciones analíticas se integraron en un archivo de excel (Anexo L). El archivo contiene varios “hojas” en las que se integran varios aspectos de la información. La primera hoja contiene toda la información obtenida, agrupada en las siguientes categorías: Identificación de la muestra, localización geográfica, día y hora de la muestra, datos colectados en campo, datos obtenidos en las determinaciones analíticas y la interpretación de los resultados con base en a: programa anual de trabajo para la medición de la calidad del agua 2008, Criterios ecológicos de calidad del agua, LMP (NOM-0001-ECOL-1996) y la Ley federal de derechos. Otras hojas dentro del archivo de excel contienen la información sobre aforos y muestreos, las determinaciones analítica, la interpretación de los resultados de acuerdo a los cuatro criterios arriba mencionados. La Figura 20 muestra un ejemplo de la integración de la información de los muestreos, los campos integrados en la hoja de excel y su descripción se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Campos integrados en el archivo en formato excel.

Campo	Contenido	Unidades
ID	Identificador de la muestra	
No. Muestra	Número de la muestra	
Tipo de Muestra	Tipo de muestra	
Clave	Clave del tipo de muestra	
Code	Codificación numérica del tipo de muestra	
Municipio	Nombre del municipio donde se obtuvo la muestra	
Estado	Nombre del estado donde se obtuvo la muestra	
Nombre	Descripción de la ubicación del punto de muestreo	
Nombre corto	Descripción corta de la ubicación del punto de muestreo	
Corriente	Cuerpo de agua en donde se obtuvo la muestra o a donde drena esta	
Ordenpt	Orden del punto dentro de la cuenca	
Fecha	Fecha de la toma de la muestra	
Hora	Hora de la toma de la muestra	
LATITUD	Latitud (coordenadas geográficas) del punto de la muestra	
LONGITUD	Longitud Coordenadas geográficas del punto de la muestra	

Evaluación de la Calidad del Agua del Bajo Río Bravo

LAT_GRAD	Latitud, Grados	
LAT_MIN	Latitud, Minutos	
LAT_SEG	latitud, Segundos	
LAT_DEC	Latitud, Grados decimales	
LONG_GRAD	Longitud, Grados	
LONG_MIN	Longitud, Minutos	
LONG_SEG	Longitud, Segundos	
LONG_DEC	Longitud, Grados decimales	
ALTITUD	Altitud del punto de muestreo	Metros sobre el nivel del mar
pH	Potencial de hidrogeno	
Temp	Temperatura de la muestra	° C
CE	Conductividad eléctrica	mS/cm
CE	Conductividad eléctrica	dS/m
OD	Oxígeno disuelto	mg/L
TURBIDEZ	Turbidez	NTU
TDS mg/L	Sólidos Disueltos Totales	mg/L
TDS ppt	Sólidos Disueltos Totales	
Coliformes Fecales	Coliformes fecales	NMP/100 (ml)
Color Un. Pt –Co	Color	Un Pt-Co
DBO5 mg/l	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l
DQO mg/l	Demanda Química de Oxígeno	mg/l
SST mg/l	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l
pH Lab	Potencial de hidrogeno	
Color Verdadero	Color	
Q lps	Gasto	lps
Observaciones		
Diagnostico de la Calidad del Agua		
DBO	Calificación	
DQO	Calificación	
SST	Calificación	
COLIFORMES FECALES	Calificación	

OD	Calificación
Criterios Ecológicos de Calidad del Agua	
COLIFORMES FECALES	Calificación
DBO	Calificación
DQO	Calificación
Oxígeno Disuelto	Calificación
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	Calificación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Calificación
LMP	
DBO	Cumplimiento
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	Cumplimiento
DBO	¿?????
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	¿???
LEY FEDERAL DE DERECHOS	
OD	Cumplimiento
COLOR	Cumplimiento
pH	Cumplimiento
TDS	Cumplimiento
SST	Cumplimiento
TURBIDEZ	Cumplimiento
COLIFORMES FECALES	Cumplimiento
DQO	Cumplimiento
Indicador Global	
DBO	
DQO	
SST	
COLIFORMES TOTALES	

Se determinaron las distancias entre los puntos muestreados sobre los cauces de los ríos, con la ayuda de la herramienta ArcHydro de Arc Gis generando una grafica con las distancias medidas en kilómetros partiendo del sitio muestreado más lejano (01RA) hasta la desembocadura del Río Bravo al Golfo de México. Esto se realizo por cada corriente superficial desde el arroyo Los Patos en Coahuila hasta la desembocadura del Río Bravo en el Golfo de México.

Se presenta un ejemplo de las distancias medidas y las graficas de la magnitud del parámetro y la distancia entre los puntos.

En el ejemplo se presentan la grafica de la magnitud del parámetro y la distancia para los puntos que se encuentran sobre el río San Juan (Figura 19), tomando el kilómetro cero como el primer punto que se encuentra sobre la corriente, en este caso M5, y así sucesivamente hasta su confluencia con el río Pesquería. Las gráficas completas se encuentran en el Anexo M.

CE (mS/cm), Puntos en el Río San Juan

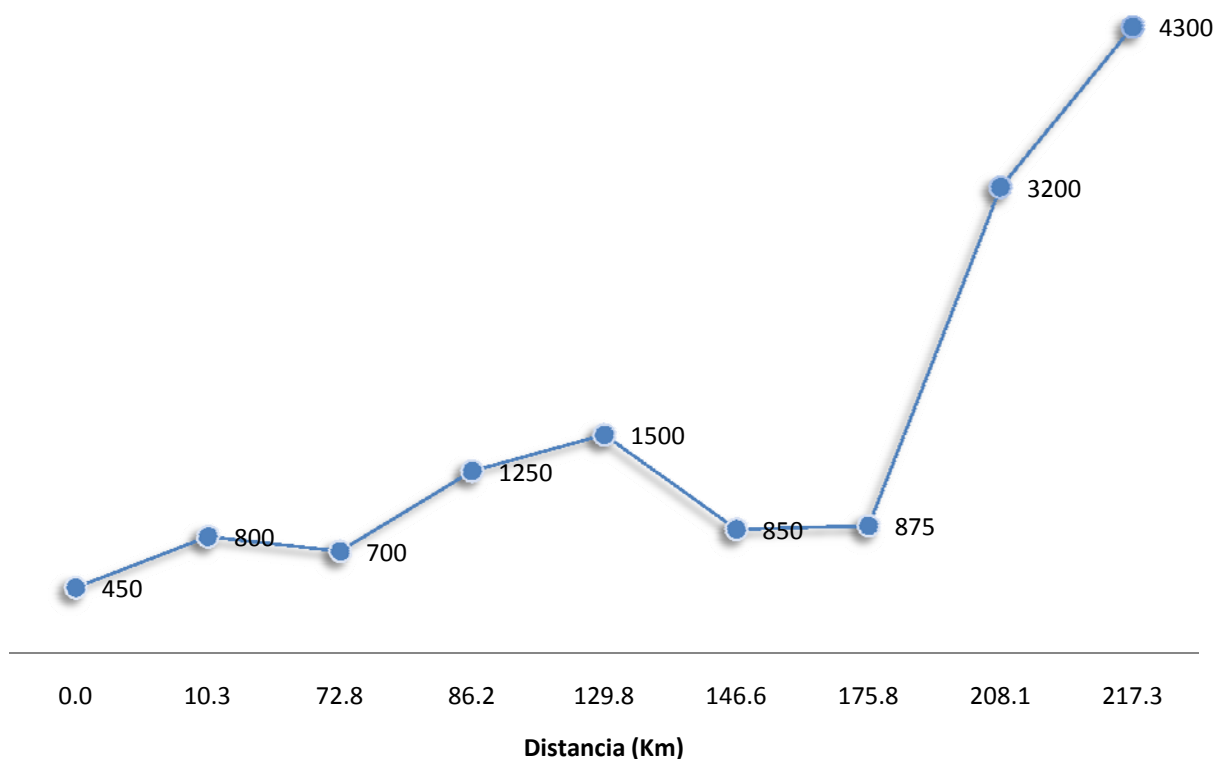


Figura 19. Gráfica de datos de distancia y Conductividad Eléctrica, Río San Juan.

Evaluación de la Calidad del Agua del Bajo Río Bravo

[illegible]

Figura 20. Contenido de la base de datos.

Gráficas de Parámetros Medidos

b. Se elaborarán gráficas de los resultados del muestreo para cada parámetro de calidad del agua, mostrando en el eje (x) los sitios de muestreo de manera progresiva de acuerdo a su ubicación, y en el eje (y) el parámetro de calidad del agua. Agrupando los sitios mostrados en cada gráfica, incluyendo las siguientes gráficas: (1) sitios de muestreo del agua del río Bravo, (2) sitios de muestreo del agua de los afluentes del río Bravo, previo a sus confluencias, (3) descargas municipales en el río Bravo, (4) descargas industriales en el río Bravo, (5) descargas agrícolas en el río Bravo. Elaborar gráficas similares a las indicadas para el río Bravo, para cada uno de los principales afluentes muestreados.

RESULTADO

Los resultados obtenidos se graficaron de varias maneras para permitir la visualización de los datos en su totalidad, así como agrupados en función del escurrimiento o el tipo de muestreo. En total se elaboraron gráficas para cada parámetro, las cuales consistieron en: 1) mapa mostrando los rangos de cada valor, la red hidrológica y otros rasgos pertinentes; 2) una grafica de pareto (histograma con valores acumulativos de todos las muestras; 3) valores obtenidos para los tres grandes grupos de muestreos: Plantas de tratamiento de aguas residuales, clasificadas en función del tipos de planta (Lodos activados, Lagunas de oxidación y Otros) mostrando los datos de los influentes y efluentes, Cuerpos de agua clasificados por Río, Arroyos, Lagunas, Presas y Drenes, y el último grupo lo constituyeron las descargas, clasificadas en agrícolas, industriales, municipales, tomas para plantas potabilizadoras y otras.

Las gráficas para todos los parámetros se presentan en el Anexo N tomando como ejemplo el valor de pH, se muestran las graficas resultantes (Figura 21 a Figura 34).

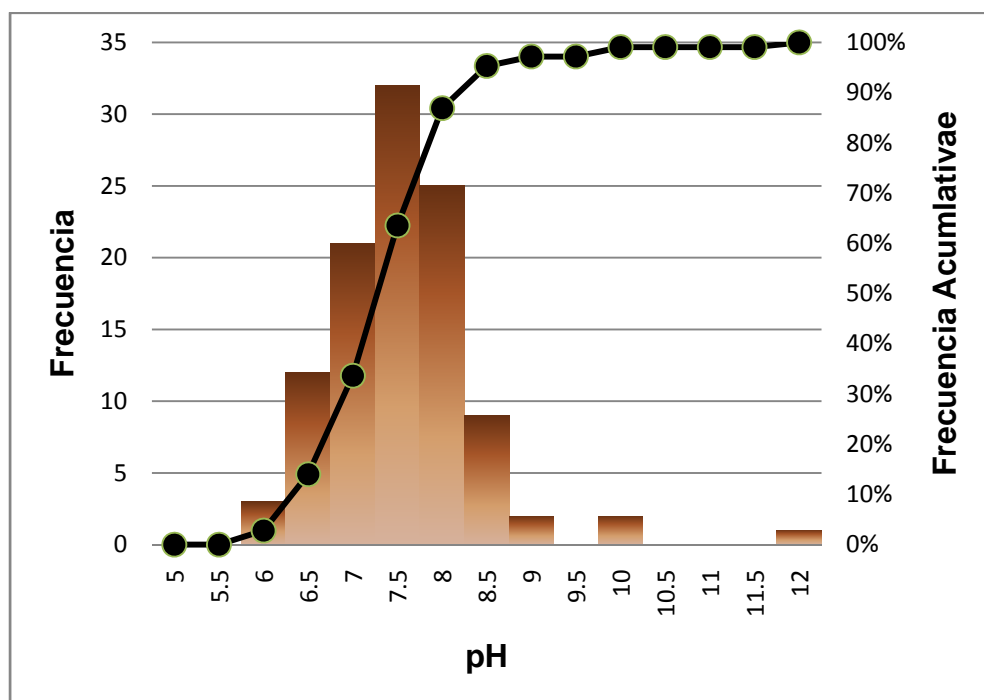


Figura 21. pH, Histograma de todos los puntos muestreados.

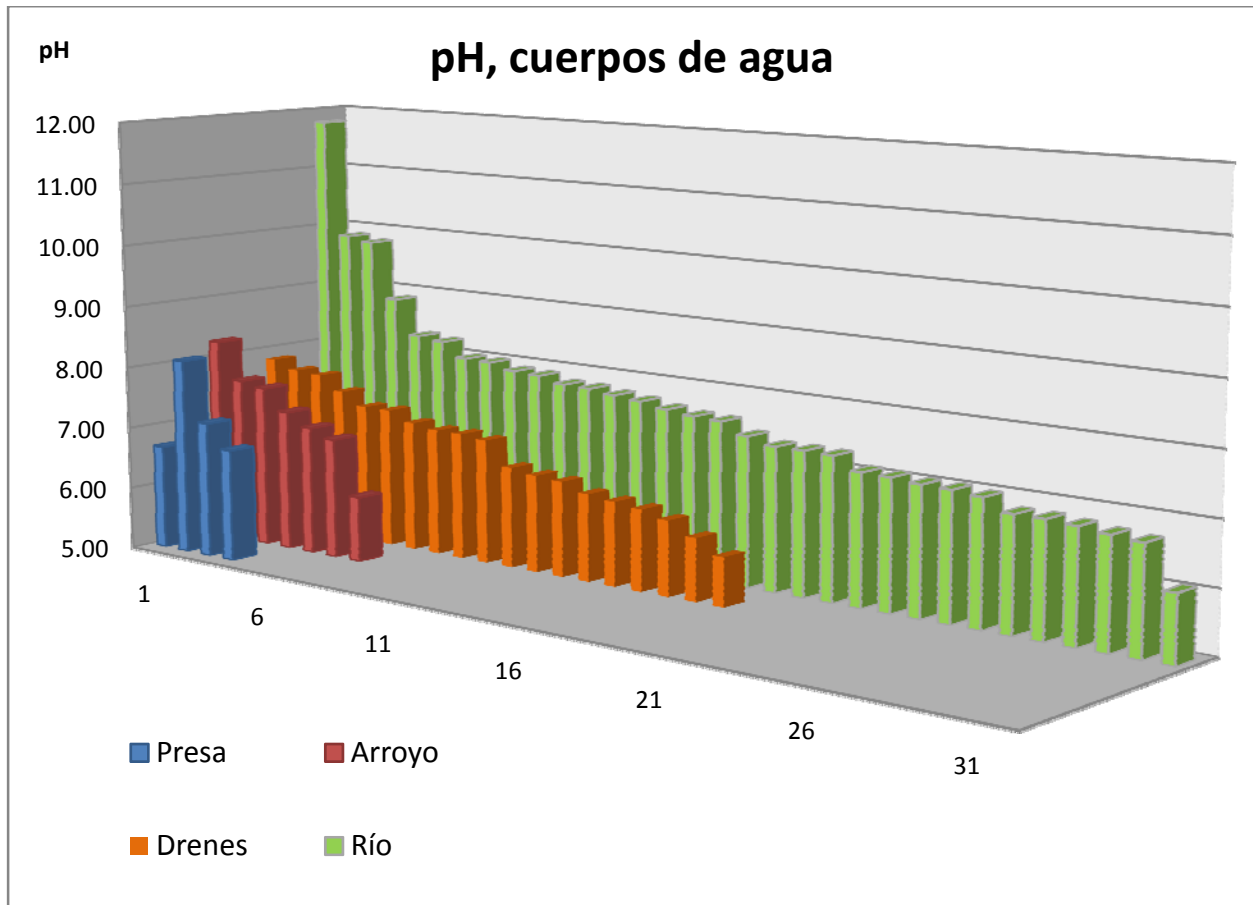


Figura 22. Valores de pH para los muestreos en Ríos, Arroyos, Presas y Drenes.

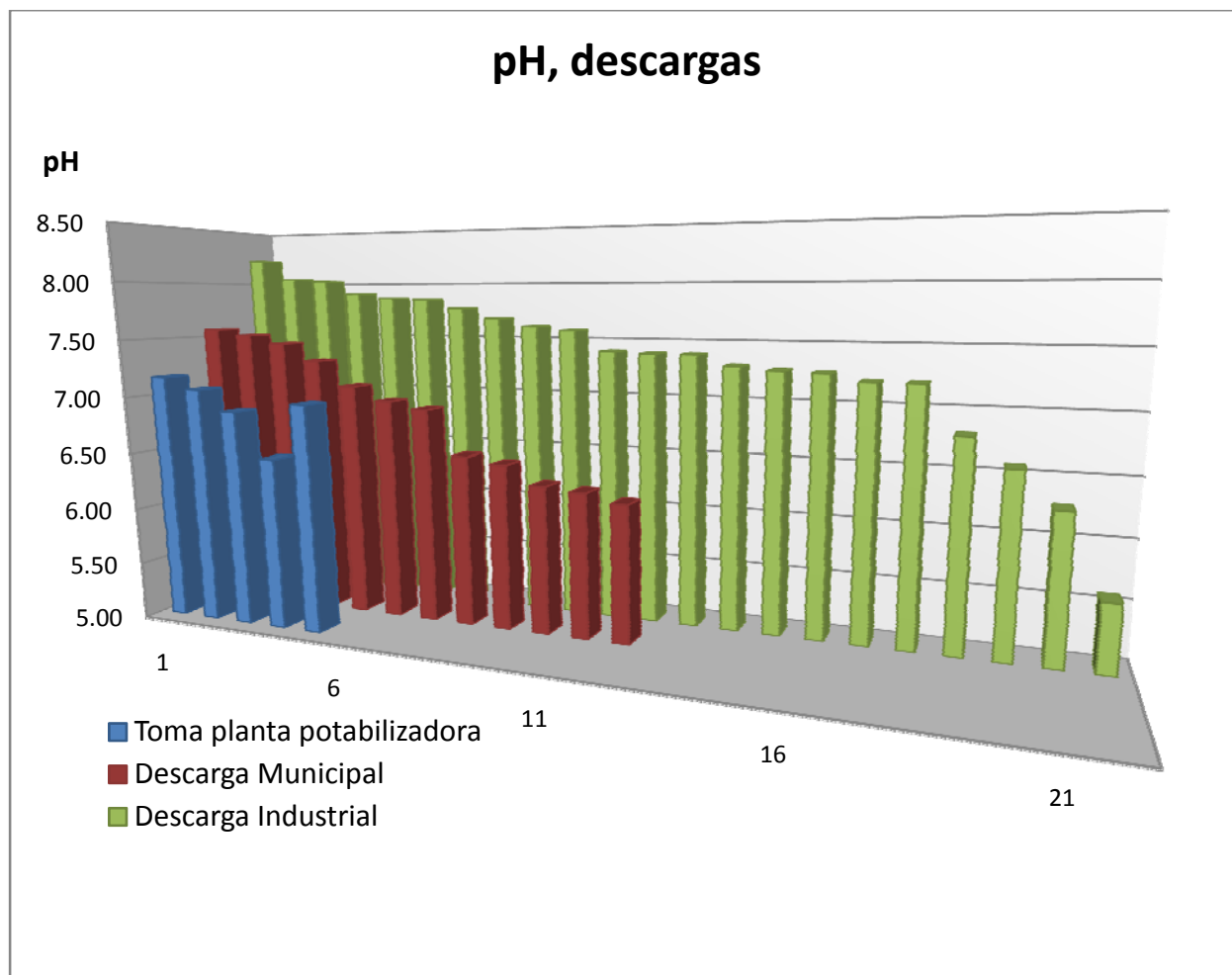


Figura 23. Valores de pH para los muestreos en descargas

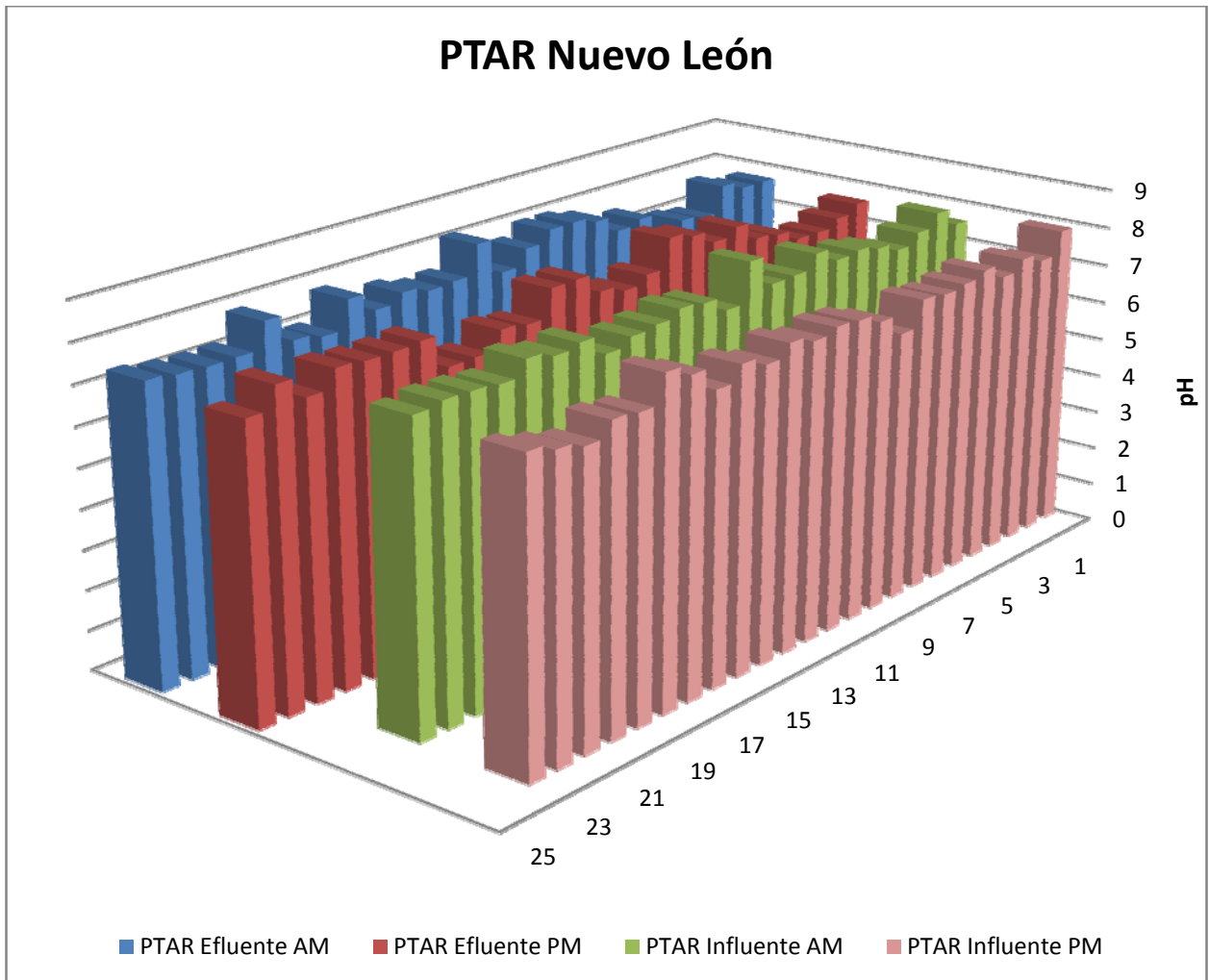


Figura 24. Valores de pH para los muestreos en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Nuevo León

Se realizó otra representación de los datos, agrupándolos por cuenca, de acuerdo a la clasificación que se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Agrupación de los puntos muestreados.

Grupo	Puntos	Codificación
Río Bravo, en el cauce	Muestreos en el cauce del río	de 101 a 139
Río Bravo, Delta	Muestreos cercanos a la desembocadura del río	de 141 a 149
Río Bravo, Reynosa	Muestreos cercanos al Río Bravo, en Reynosa, Tams.	de 151 a 159
Río Bravo, Cd. Mier	Muestreos cercanos al Río Bravo, en Ciudad Mier, Tams.	de 161 a 169
Río Bravo, Cd. Río Bravo	Muestreos cercanos al Río Bravo, en Ciudad Río Bravo, Tams.	de 171 a 179
Río San Juan	Muestreos en el Río San Juan y sus afluentes	de 201 a 299
Río Pesquería	Muestreos en el Río Pesquería y sus afluentes	de 301 a 399
Río Salinas	Muestreos en el Río Salinas y sus afluentes	de 401 a 499
Río Ramos	Muestreos en el Río ramos y sus afluentes	de 501 a 599
Río Pílon	Muestreos en el Río Pílon y sus afluentes	de 601 a 699
Río Santa Catarina	Muestreos en el Río Santa Catarina y sus afluentes	de 701 a 799
Río Álamo	Muestreos en el Río Álamo y sus afluentes	de 801 a 899
Río Sosa	Muestreos en el Río Sosa y sus afluentes	de 901 a 999
Río San Miguel	Muestreos en el Río San Miguel y sus afluentes	de 1001 a 1099
Laguna Madre	Muestreos que drenan a la Laguna Madre	de 1201 a 1299
Presa Marte R. Gómez	Muestreo en la Presa	1301

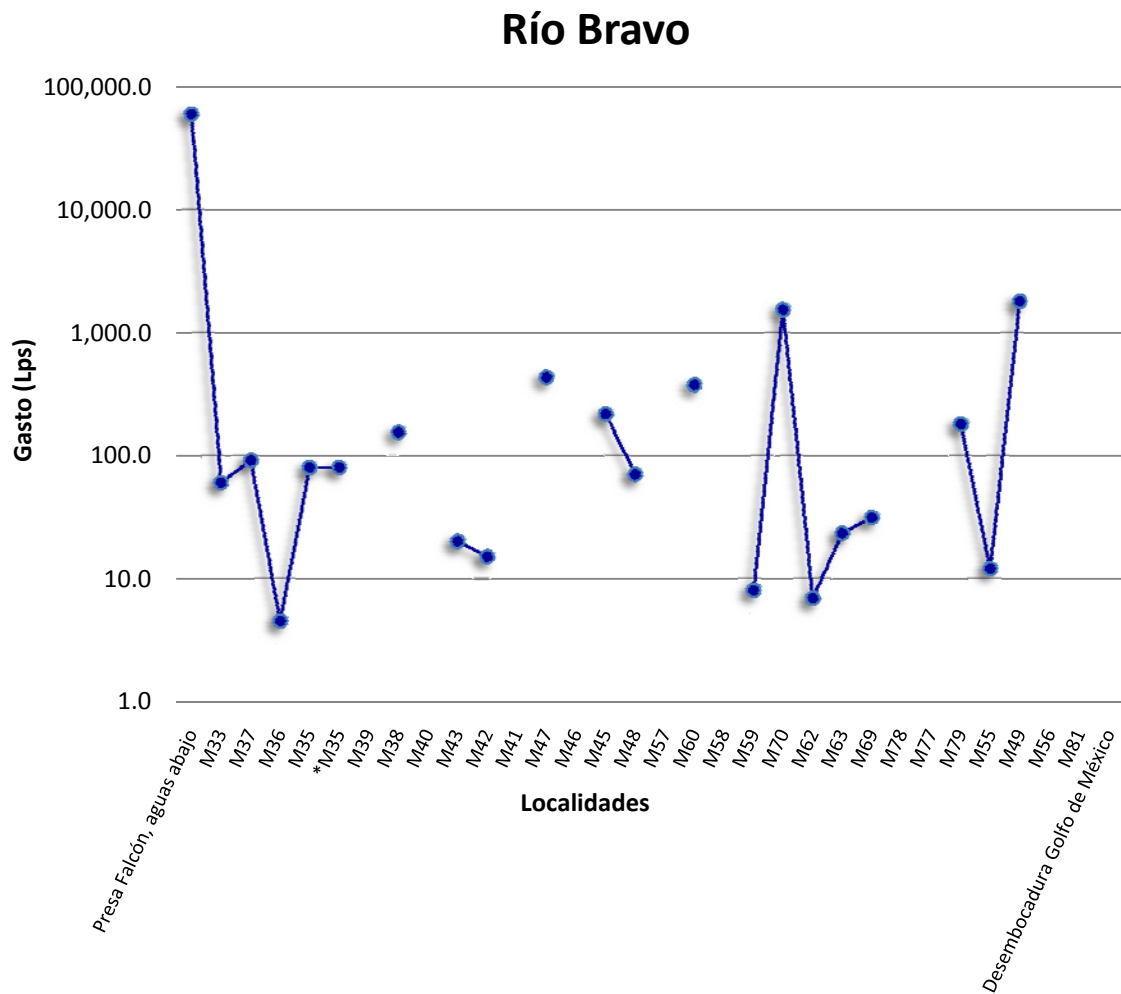


Figura 25. Río Bravo, Puntos sobre el Cauce, Gasto.

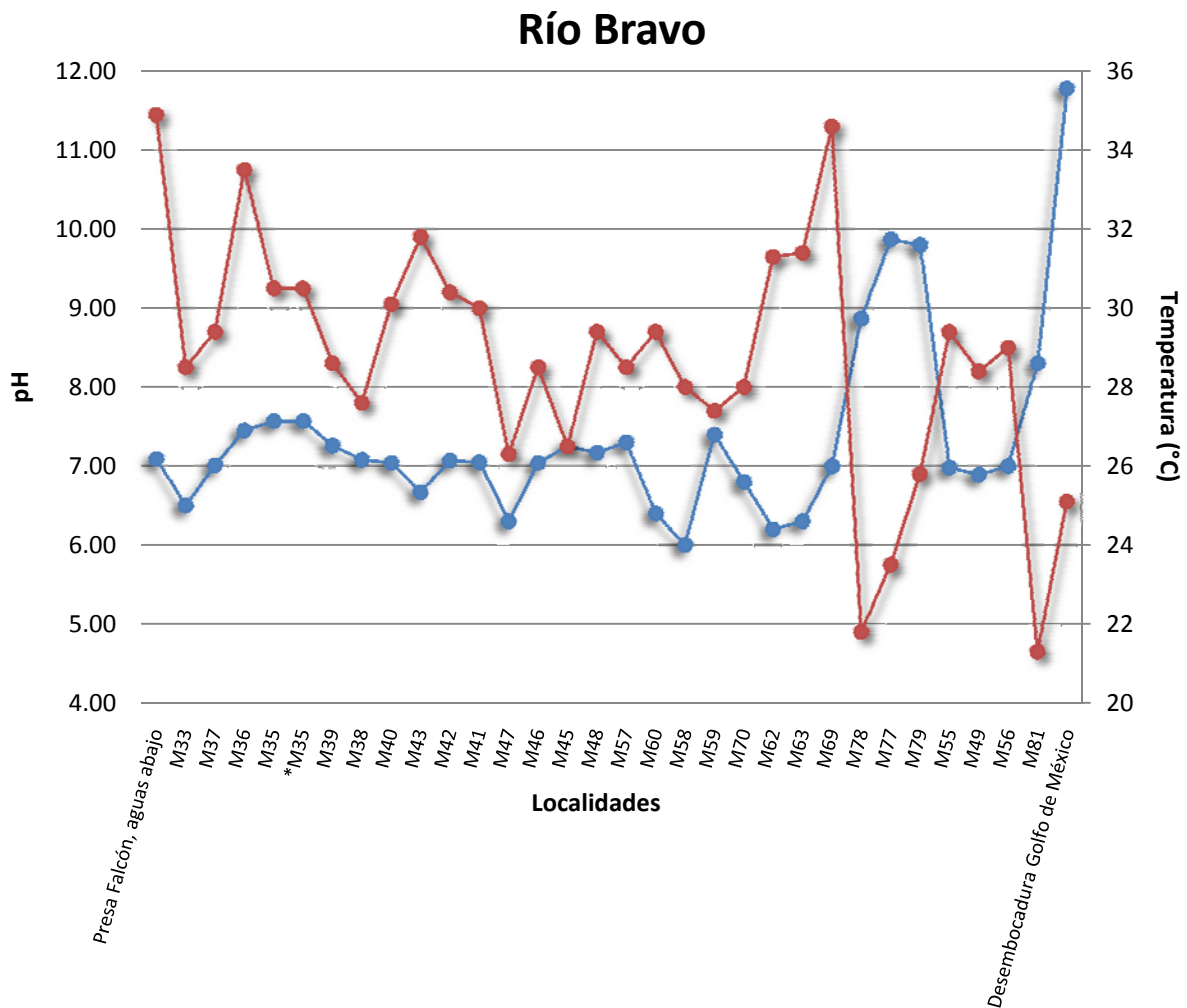


Figura 26. Río Bravo, Puntos sobre el Cauze, pH y Temperatura.

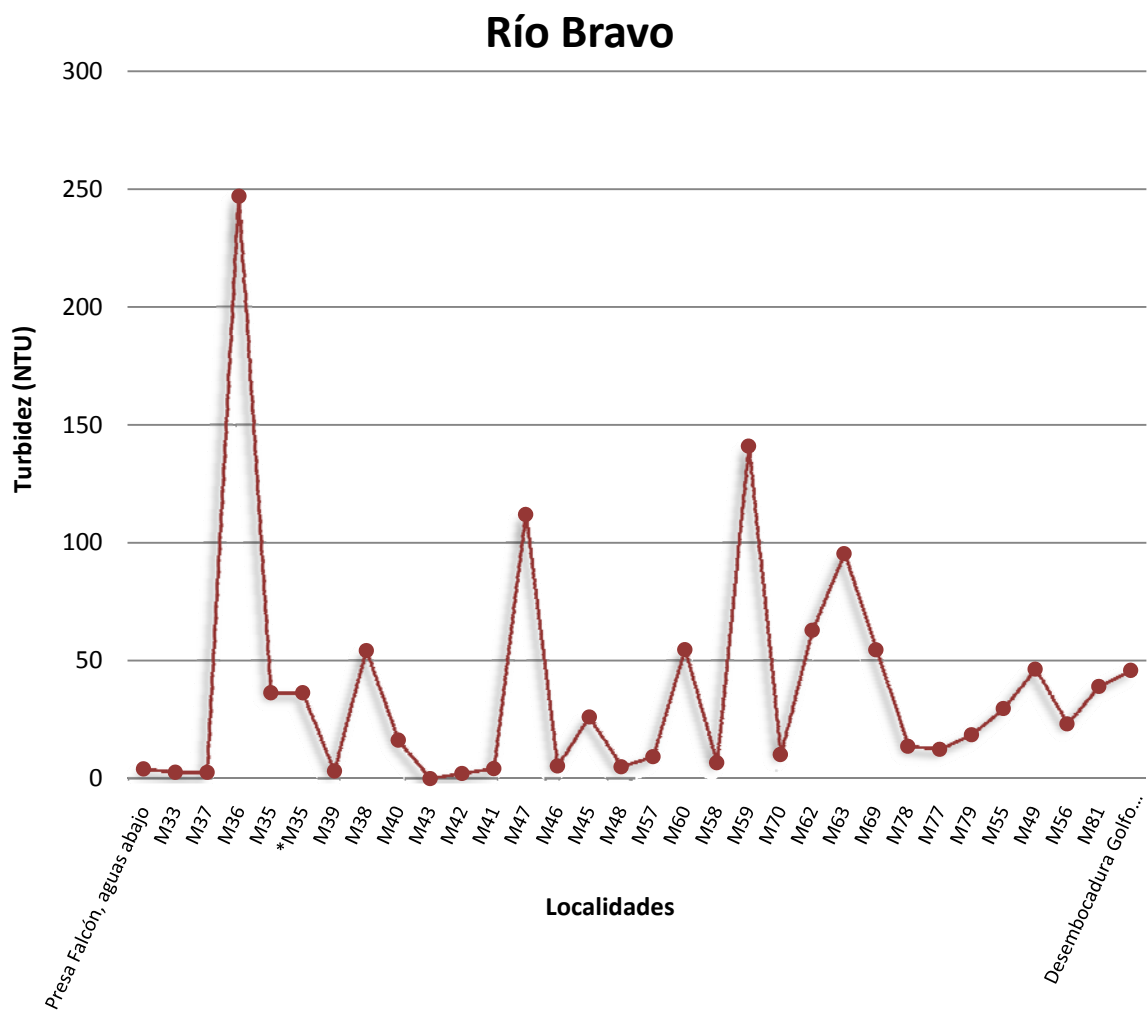


Figura 27. Río Bravo, Puntos sobre el Cauze, Turbidez.

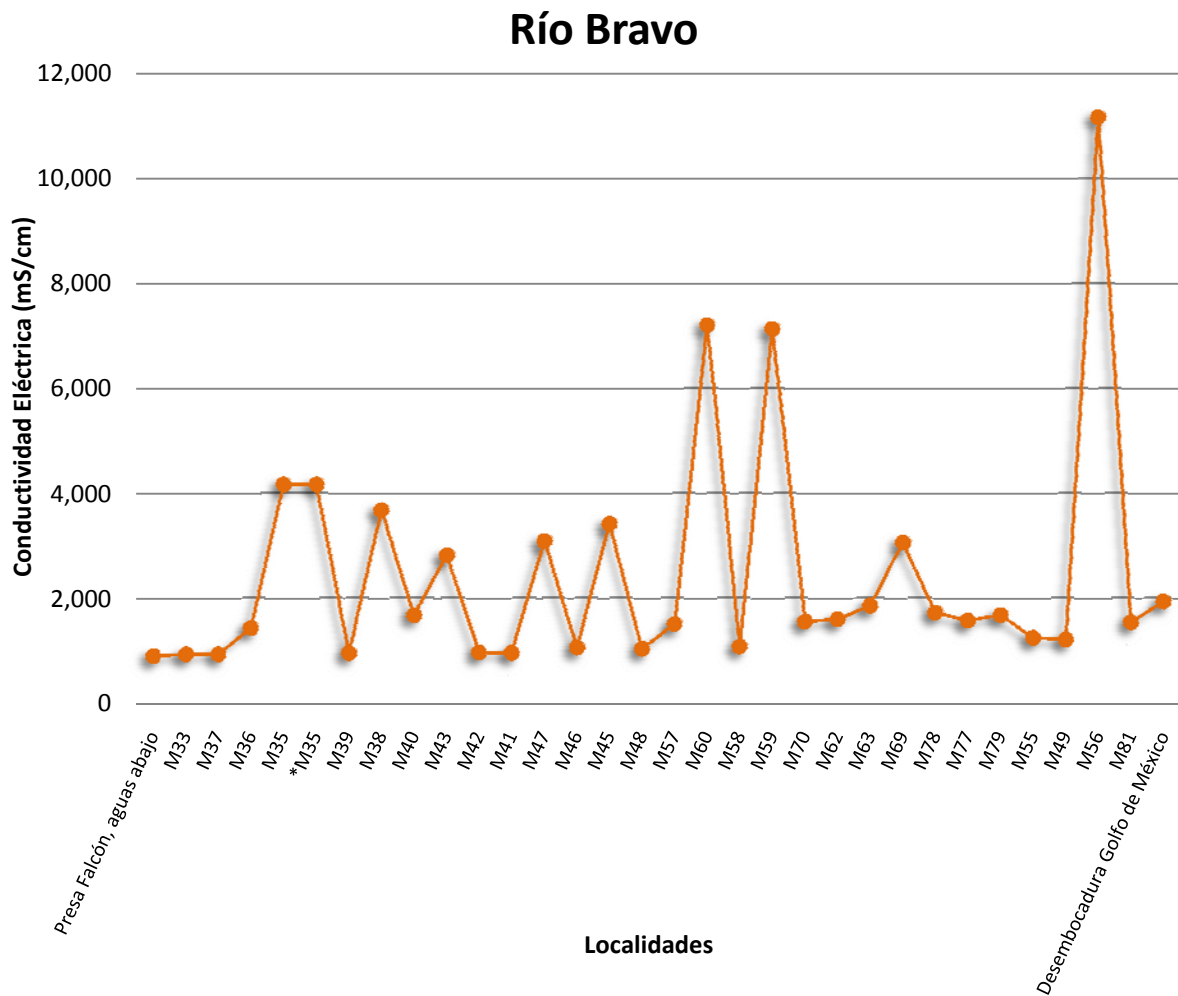


Figura 28. Río Bravo, Puntos sobre el Cauze, Conductividad Eléctrica.

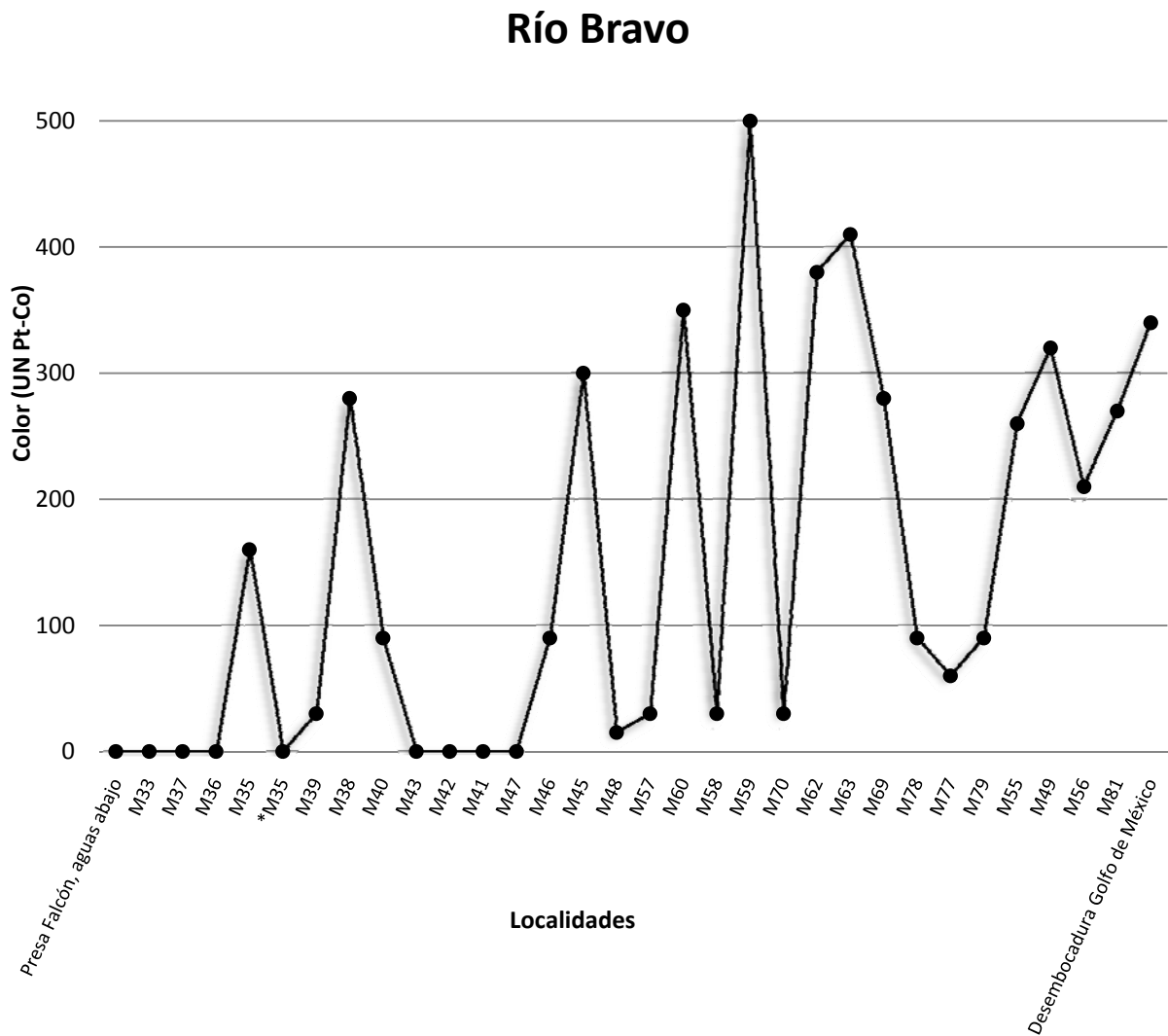


Figura 29. Río Bravo, Puntos sobre el Cauce, Color (aparente).

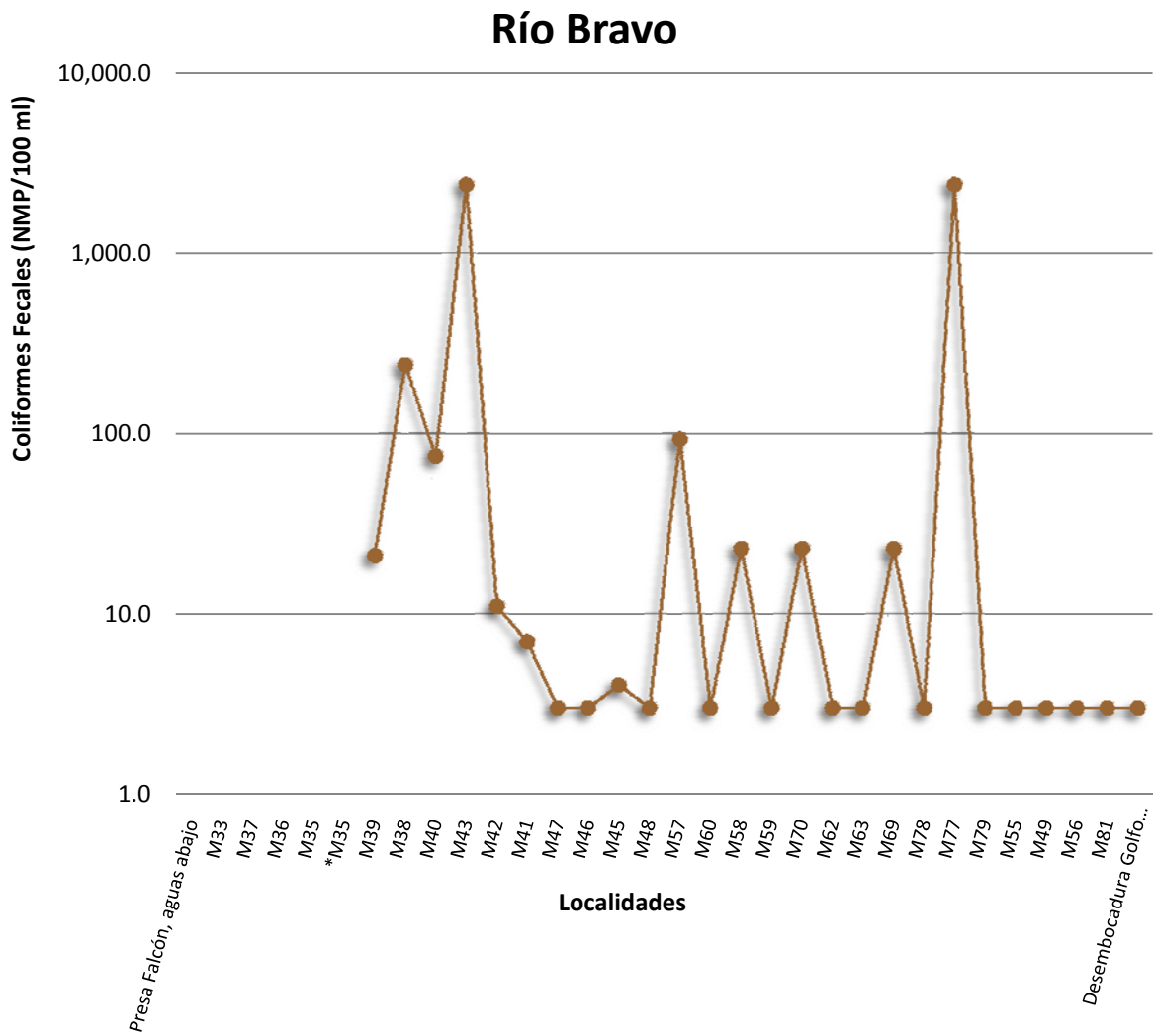


Figura 30. Río Bravo, Puntos sobre el Cauze, Coliformes Fecales.

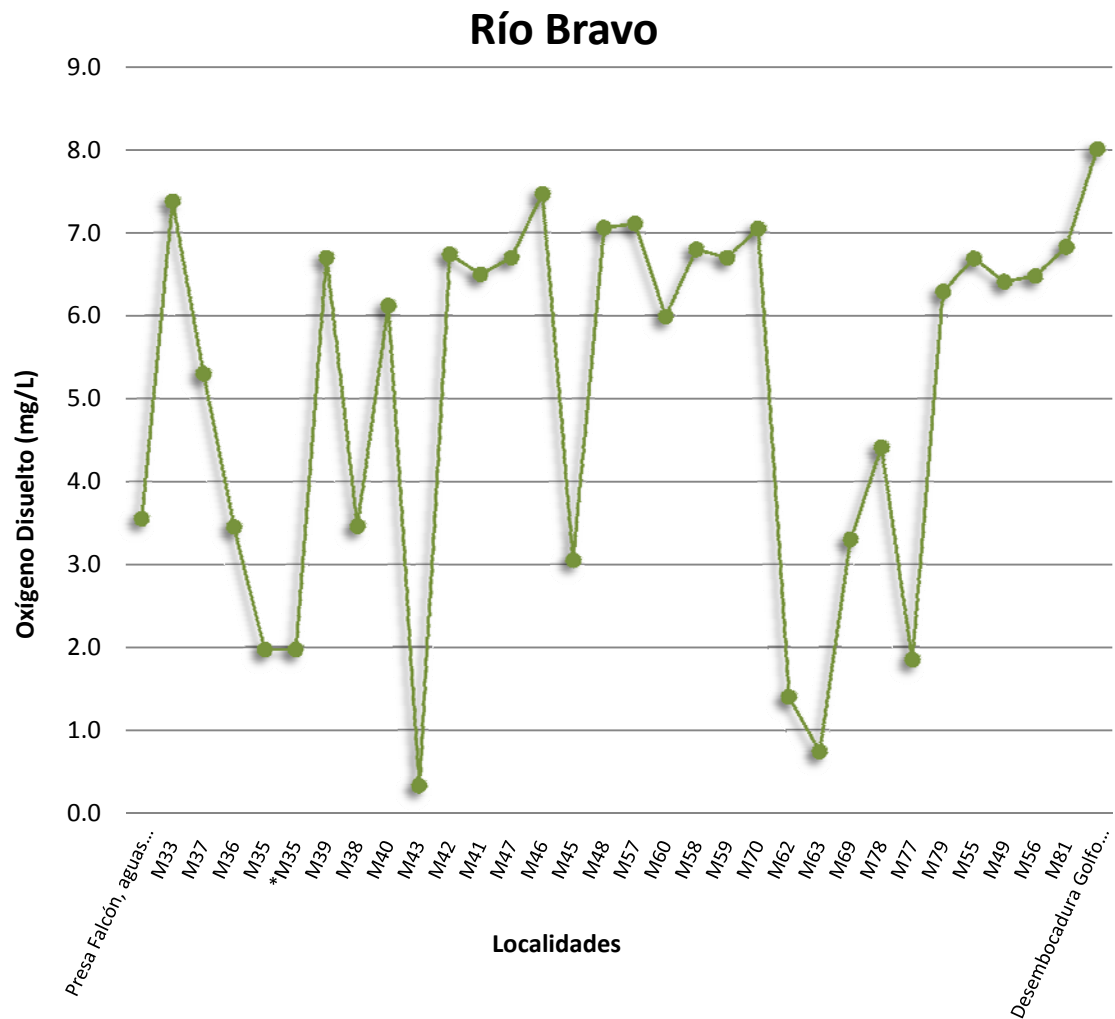


Figura 31. Río Bravo, Puntos sobre el Cauze, Oxigeno Disuelto.

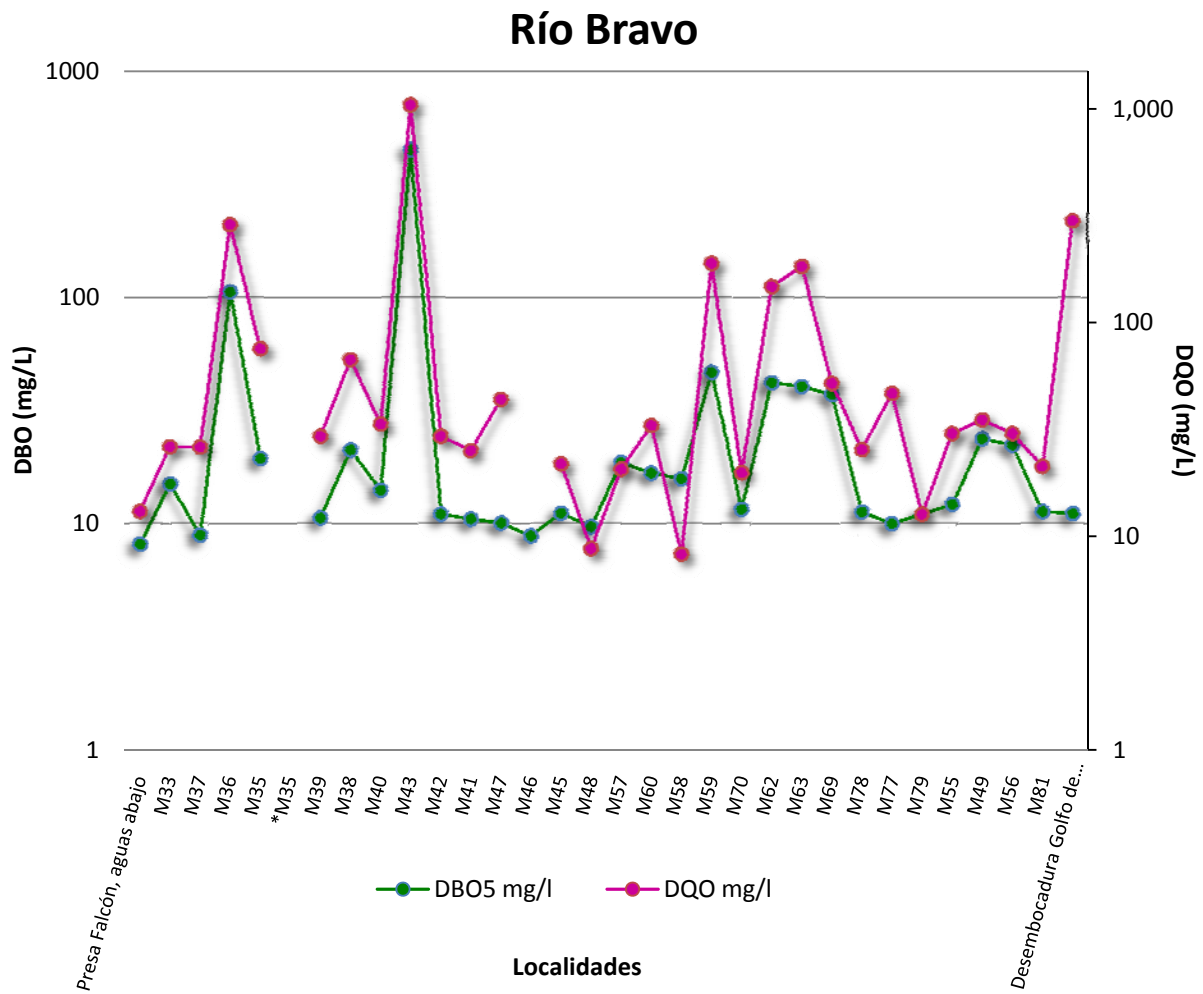


Figura 32. Río Bravo, Puntos sobre el Cauce, DBO y DQO.

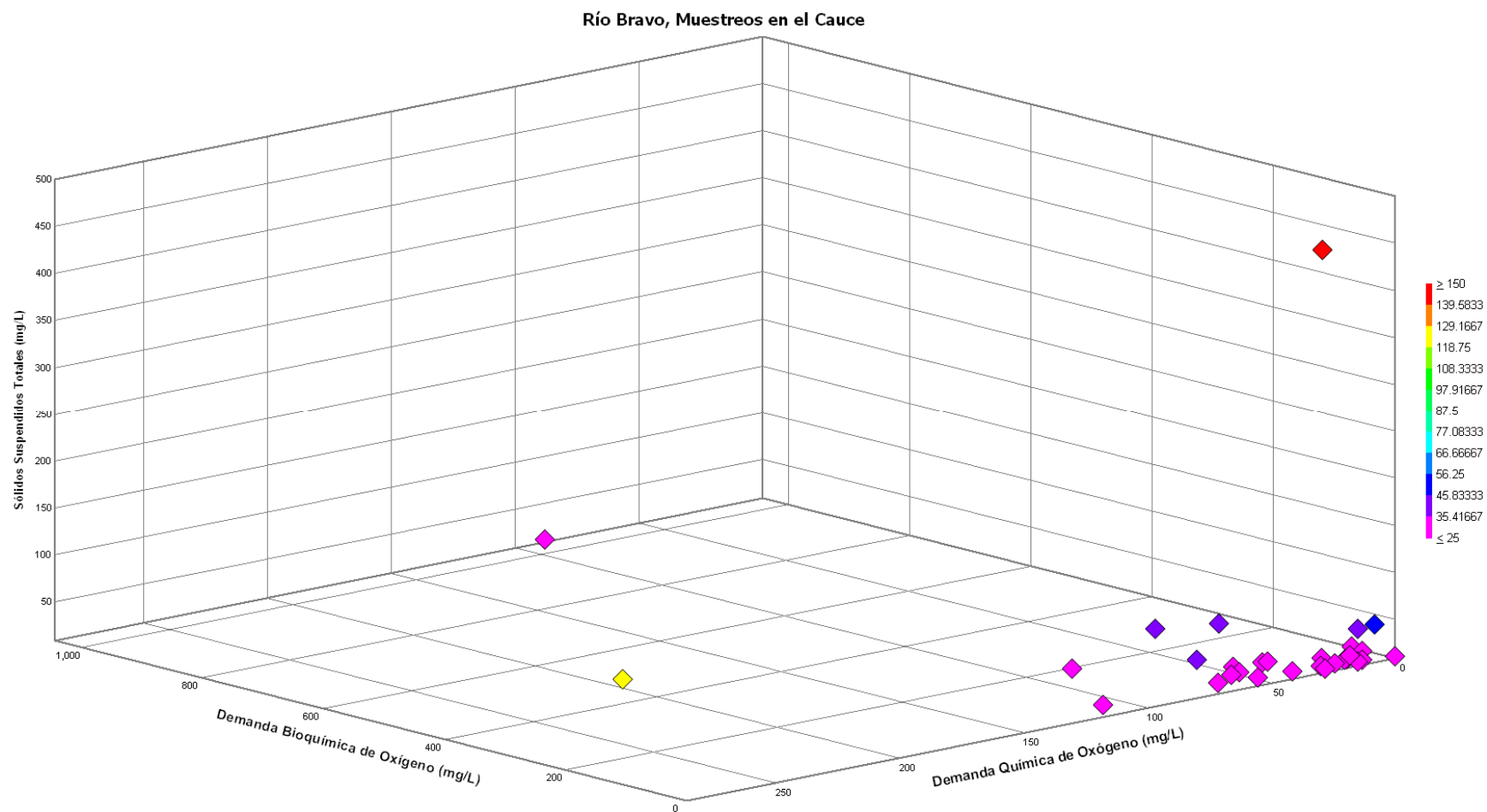


Figura 33. Río Bravo, Puntos sobre el Cauce, DQO, DBQO y Sólidos Suspendedos.

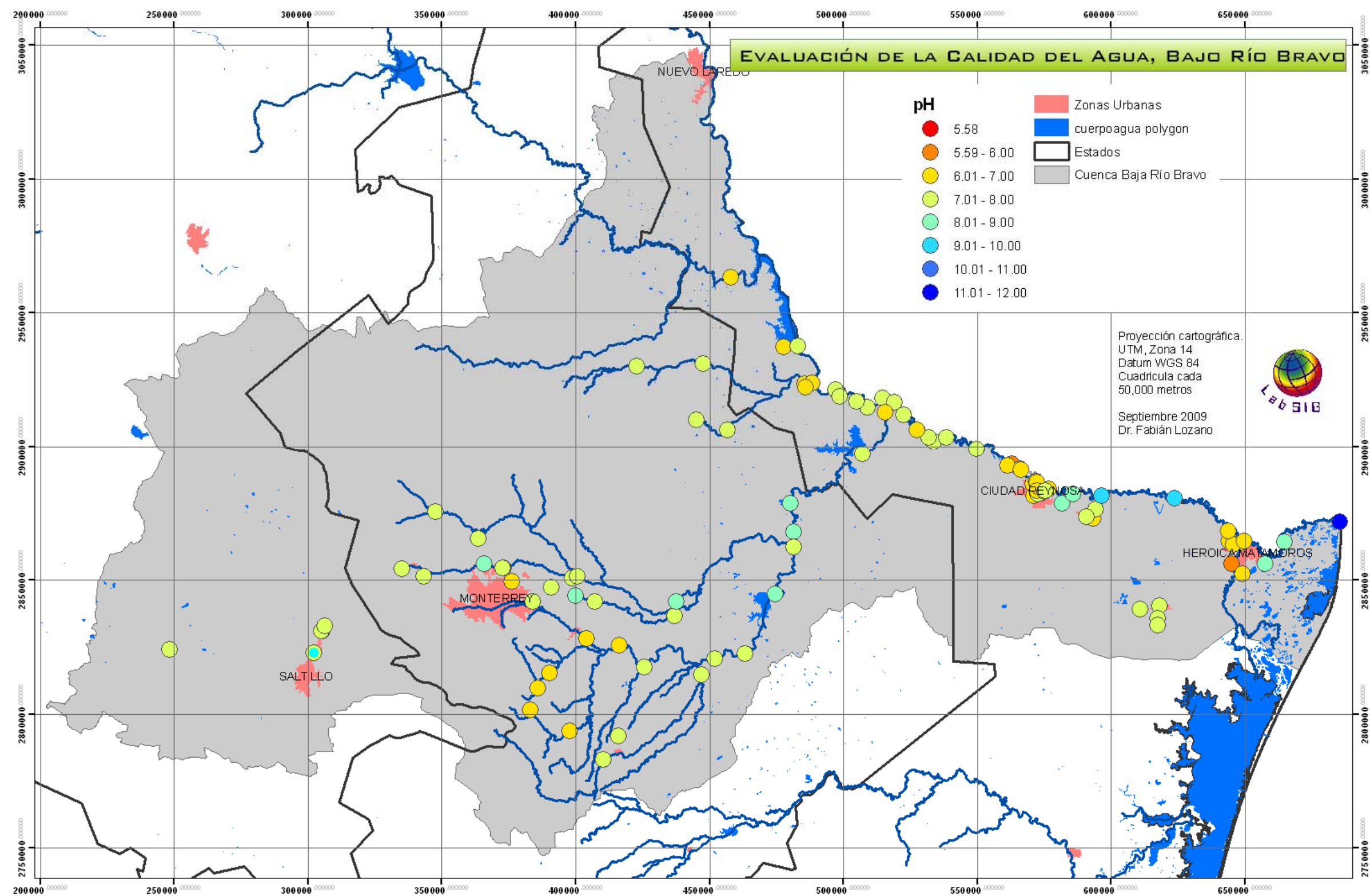


Figura 34. Mapa de valores de pH en los puntos muestreados.

Comportamiento de los Esgurrimientos

c. Se realizará un análisis del comportamiento del escurrimento y de la calidad del agua del río y sus principales afluentes. La información hidrométrica debe incluir la que contiene la última versión del programa BANDAS. Se obtendrá para estaciones representativas de las principales corrientes el 7Q10 (Los siete días de caudal más bajo de los últimos 10 años). La calidad del agua histórica se obtendrá de la base de datos de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua y las fuentes de datos binacionales, de la Comisión Internacional de de Límites y Aguas (CILA) y se identificarán estudios que puedan incrementarla.

RESULTADO

Para evaluar el comportamiento del escurrimento se considero el 7Q10, éste es un estadístico que se refiere a los siete días consecutivos de bajo flujo dentro de un período de retorno de diez años, dicha herramienta fue desarrollada a partir de 1986 por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US-EPA) y se utiliza en cerca de la mitad de Estados Unidos.

Esta herramienta se utiliza para fijar los límites de descarga de calidad del agua en el Sistema Nacional de Eliminación de Contaminantes Descargados (NPDES, por sus siglas en inglés), ya que ningún permiso de descarga podrá ser dado si la cantidad propuesta de contaminante a descargar en una corriente impactará los usos designados con anterioridad si la corriente alcanza el nivel del 7Q10, en otras palabras, no se permitirá descargar contaminantes que pudieran causar que, con el flujo más bajo de la corriente, excedan los límites de descarga permitidos por la legislación.

Para este fin se determinaron los flujos mínimos para las nueve estaciones hidrométricas representativas dentro del área de estudio, los datos que se proporcionaron por la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca del Río Bravo, se ordenaron por fechas, y se buscaron los caudales mínimos de flujo en 7 días consecutivos.

Se consideró el año y la fecha de dichos caudales para hacer una tabla representativa de los valores más bajos. Cabe hacer mención que no se consideraron los flujos con valor cero, aunque si hay Q igual a cero reportados para las estaciones.

Los valores de caudal mínimo reportados para las nueve estaciones representativas en la zona de estudio, para el periodo de 1999 a septiembre 2009 se muestran en la Tabla 16.

Se puede observar que los años con menor flujo son 2002 y 2008 para las estaciones estudiadas, seguidas de los años 2001, 2003 y 2004. La estación que presenta los caudales más bajos es Ciénega de Flores. Los datos y cálculos se presentan en el Anexo O del presente reporte.

Tabla 16. Valores de 7Q10 de las estaciones hidrométricas seleccionadas, sin considerar los caudales igual a cero.

ESTACIÓN	AÑO	DÍAS	Q (m3/seg)	ESTACIÓN	AÑO	DÍAS	Q (m3/seg)
ALDAMAS	2001	16/07-22/07	0.350	CANADÁ	2004	29/12-04/01	0.010
ALDAMAS	2001	23/07-29/07	0.070	CANADÁ	2004	29/11-05/12	0.010
ALDAMAS	2001	30/07-05/08	0.040	CANADÁ	2005	27/12-02/01	0.010
CADEREYTA	2000	07/08-13/08	0.030	CANADÁ	2005	05/12-11/12	0.010
CADEREYTA	2000	28/08-03/09	0.020	CANADÁ	2006	26/12-01/01	0.010
CADEREYTA	2002	06/05-12/05	0.020	CANADÁ	2006	04/12-10/12	0.010
CADEREYTA	2000	10/04-16/04	0.010	CIENEGA DE FLOR ES	2001	04/06-10/06	0.020
CADEREYTA	2000	17/04-23/04	0.010	CIENEGA DE FLOR ES	2002	31/12-06/01	0.020
CADEREYTA	2000	01/05-07/05	0.010	CIENEGA DE FLOR ES	2002	04/03-10/03	0.020
CADEREYTA	2000	24/07-30/07	0.010	CIENEGA DE FLOR ES	2002	25/03-31/03	0.020
CADEREYTA	2000	31/07-06/08	0.010	CIENEGA DE FLOR ES	2000	10/04-16/04	0.010
CADEREYTA	2001	20/08-26/08	0.010	CIENEGA DE FLOR ES	2000	22/05-28/05	0.010
CALLES	2002	04/03-10/03	0.180	CIÉNEGA DE FLORES	2001	09/07-15/07	0.010
CALLES	2006	04/09-10/09	0.116	CIÉNEGA DE FLORES	2002	23/12-29/12	0.010
CALLES	2006	11/09-16/09	0.059	CIENEGA DE FLOR ES	2003	23/06-29/06	0.010
CANADÁ	2003	07/07-13/07	0.020	CIENEGA DE FLOR ES	2008	25/05-01/06	0.010
CANADÁ	2004	01/03-07/03	0.020	CIENEGA DE FLOR ES	2008	16/06-22/06	0.010
CANADÁ	2004	13/09-19/09	0.020	LA BOCA	2004	16/08/22/08	0.010
CANADÁ	2004	20/09-26/09	0.020	LA BOCA	2007	25/06-01/07	0.004
CANADÁ	2005	28/11-04/12	0.020	LAS ENRAMADAS	2008	16/06-22/06	0.034
CANADÁ	2006	27/11-03/12	0.020	LAS EN RAMA- DAS	2008	23/06-29/06	0.025
CANADÁ	2008	25/05-01/06	0.020	MONTEMORELOS	2001	27/08-02/09	0.230
CANADÁ	2002	31/12-06/01	0.010	MONTEMORELOS	2000	10/07-16/07	0.219
CANADÁ	2002	30/09-06/10	0.010	TEPEHUAJE	2009	20/07-26/07	0.020
CANADÁ	2003	01/12-07/12	0.010	TEPEHUAJE	2008	16/06-22/06	0.010

Evaluación de la Calidad del Agua

d. La evaluación de la calidad del agua para los cuerpos de agua se deberá realizar utilizando los indicadores de la calidad del agua generados por la CONAGUA y con los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua o criterios o estándares internacionales. Para el caso de las descargas de aguas residuales se deberá considerar la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la Ley Federal de Derechos. En ambos casos se deberán realizar los cálculos para la determinación de cargas de contaminantes por parámetro y se deberán representar en tablas y gráficos.

RESULTADO

Muestreos en Cuerpos de agua, Descargas, etc.

Esta actividad se dividió en cuatro partes, en la primera parte se evaluó la calidad del agua con los resultados de laboratorio y la clasificación generada por CONAGUA en el Programa Anual de Trabajo para la Medición de la Calidad del Agua 2008, en este programa se establecen los límites para el diagnóstico de la calidad del agua con base en DBO, DQO, SST, Coliformes Fecales, Oxígeno Disuelto y Sólidos Disueltos Totales (Tabla 17 a Tabla 20).

Tabla 17. Límites para Diagnóstico del Calidad del agua con base en DBO Y DQO.

CLASIFICACIÓN		
Calidad	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)*	Demanda Química de Oxígeno (DQO)*
Excelente	≤ 3	≤ 10
Buena calidad	$3 < \text{DBO} \leq 6$	$10 < \text{DQO} \leq 20$
Aceptable	$6 < \text{DBO} \leq 30$	$20 < \text{DQO} \leq 40$
Contaminada	$30 < \text{DBO} \leq 120$	$40 < \text{DQO} \leq 200$
Fuertemente contaminada	> 120	> 200

* Las unidades son mg/L

Tabla 18. Límites para Diagnóstico del Calidad del agua con base en SST Y Coliformes fecales

CLASIFICACIÓN		
CALIDAD	Sólidos Suspendedos Totales (SST)*	Coliformes fecales (NMP/100 mL)
Excelente	≤ 25	≤ 100
Buena calidad	$25 < \text{SST} \leq 75$	$100 < \text{CF} \leq 200$
Aceptable	$75 < \text{SST} \leq 150$	$200 < \text{CF} \leq 1000$
Contaminada	$150 < \text{SST} \leq 400$	$1000 < \text{CF} \leq 10000$
Fuertemente contaminada	> 400	> 10000

* Las unidades son mg/L, a menos que se indiquen otras

Tabla 19. Límites para Diagnóstico del Calidad del agua con base en Oxígeno Disuelto y Nitrógeno de Nitratos

CLASIFICACIÓN		
CALIDAD	Oxígeno disuelto*	Nitrógeno de nitratos*
Excelente	≥ 5	$N-NO_3 \leq 0.5$
Buena calidad	$5 > OD \geq 4$	$0.5 < N-NO_3 \leq 1.5$
Aceptable	$4 > OD \geq 3$	$1.5 < N-NO_3 \leq 5$
Contaminada	$3 > OD \geq 2$	$5 < N-NO_3 \leq 10$
Fuertemente contaminada	$0D < 2$	$N-NO_3 > 10$

* Las unidades son mg/L

Tabla 20. Límites para Diagnóstico del Calidad del agua con base en SDT

SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	
SDT	Diagnóstico
(mg/L)	
< 1000	Agua dulce
$1000 - 2000$	Agua ligeramente salobre
$> 2000 - < 10000$	Agua salobre
> 10000	Agua salina

Los resultados de esta evaluación arrojan que para el parámetro DBO se encuentran 7 muestras en el rango de excelente calidad, 1 en el de buena calidad, 68 en el rango de calidad aceptable, 11 contaminadas y 20 fuertemente contaminados, de las 107 muestras que se tomaron.

Para DQO, se encontraron 19 muestras en el rango de excelente calidad, 11 con buena calidad, 28 dentro del rango de calidad aceptable, 15 contaminados y 34 fuertemente contaminados. Para SST se tienen 51 muestras catalogadas como de excelente calidad, 34 de buena calidad, 11 de calidad aceptable, 2 contaminados y 9 fuertemente contaminados.

Para los Coliformes Fecales se encontraron 35 muestras en el rango de excelente, 4 en el rango de calidad aceptable, 62 contaminados y 6 fuertemente contaminados, finalmente para el parámetro de oxígeno disuelto se encontraron 55 muestras dentro del rango de excelente calidad, 14 de buena calidad, 13 de calidad aceptable, 1 contaminada y 21 fuertemente contaminadas. Los resultados de la evaluación con estos criterios se encuentran en el Anexo L, hoja 8D.ICA.

La segunda evaluación que se realizó fue conforme a los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua, para esta evaluación se consideraron los parámetros de Coliformes Fecales, DBO, DQO, Oxígeno Disuelto, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos Totales, para fuentes de abastecimiento de agua potable (Tabla 21):

Tabla 21. Criterios Ecológicos para la Calidad del Agua

Parámetro	Fuente de abastecimiento de agua potable	Recreativo con contacto primario	Riego agrícola	Pecuario	Protección acuática	de la vida acuática
					Agua dulce	Agua marina (áreas costeras)
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1,000	A	1,000	F	A	A
DBO	F	F	F	F	F	F
DQO	F	F	F	F	F	F
Oxígeno disuelto (D)	D	F	F	F	E	E
Sólidos disueltos totales	500	F	500 C	1,000	F	F
Sólidos suspendidos totales	500	F	50	F	D	D

A Los organismos no deben exceder de 200 como número más probable en 100 mililitros (NMP/100 ml) en agua dulce o marina, y no más del 10% de las muestras mensuales deberá exceder de 400 NMP/100 ml.

B Para oxígeno disuelto, los niveles establecidos deben considerarse como mínimos.

C La concentración de sólidos disueltos que no tienen efectos nocivos en ningún cultivo es de 500 mg/l, en cultivos sensibles es de entre 500 y 1000 mg/l, en muchas cosechas que requieren de manejo especial es de entre 1000 y 2000 mg/l, y para cultivos de plantas tolerantes en suelos permeables es de entre 2000 y 5000 mg/l requiriendo de un manejo especial.

D Los sólidos suspendidos (incluyendo sedimentables) en combinación con el color, no deben reducir la profundidad del nivel de compensación de luz para la actividad fotosintética en más del 10% a partir del valor natural.

E Los fosfatos totales, medidos como fósforo, no deberán exceder de 0.05 mg/l en afluentes a lagos o embalses ni de 0.025 mg/l dentro del lago o embalse, para prevenir el desarrollo de especies biológicas indeseables y para controlar la eutroficación acelerada.

F No hay criterio ecológico.

Nota: Se incluyen sólo los parámetros utilizados en los cuadros de Calidad del Agua de ríos y lagos seleccionados presentados en esta

Publicación.

Fuente: Elaborado por SEMARNAP, Comisión Nacional del Agua, con base en: Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, «Criterios

Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89», Diario Oficial de la Federación, Miércoles 13 de diciembre de 1989.

Debido a que no existen los criterios ecológicos para evaluar DBO y DQO, solamente se evaluaron cuatro parámetros: para el parámetro Coliformes Fecales, se encontró que 39 de las muestras cumple con el límite máximo, mientras que 68 muestras están por encima del límite.

Para el parámetro de Oxígeno Disuelto el valor que está establecido en los criterios ecológicos es el mínimo que debe haber, se tienen 34 muestras que tienen un buen nivel de OD y 73 que no cumple con el mínimo requerido.

Para el parámetro de SDT se tienen 12 muestras que cumplen con el límite máximo establecido en el criterio y con 95 muestras que exceden dicho límite, y para los SST 105 de las muestras cumplen con el límite, mientras que 2 sobrepasan dicho límite. Estos resultados se pueden consultar en el Anexo L, Hoja 8D. CECA.

La tercera forma de evaluación que se realizó fue con los valores establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, en esta norma se establecen los siguientes límites máximos permitidos para los parámetros SST (125 mg/l P.D.) y DBO (150 mg/l P.D.).

Para el caso de los SST, se encuentran 93 muestras que cumplen con el límite máximo permitido y 14 que lo exceden, y para DBO se encuentran 98 que cumplen con el límite establecido y 9 que lo exceden. En este punto, también se determinaron las cargas contaminantes para cada muestra. La evaluación puede consultarse en el Anexo Anexo L, Hoja 8D NOM-001.

Finalmente, la última clasificación para evaluar la calidad del agua se realizó siguiendo los límites establecidos en las Ley Federal de Derechos, en la tabla de Lineamientos de Calidad del Agua.

Tabla 22. Ley Federal de Derechos

Parámetros	Usos			
	1	2	3	4
Parámetros Físicos				
Color (unidades de escala Pt – Co)	75.0	-	15.0	15.0
Potencial Hidrógeno (pH)	6.0 – 9.0	6.0 – 9.0	6.0 – 9.0	6.0 – 9.0
Sólidos Disueltos Totales	500.0	500.0	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	50.0	50.0	30.0	30.0
Temperatura (°C)	CN+2.5	-	CN+1.5	CN+1.5
Turbiedad (NTU)	10	-	-	-
Parámetros Microbiológicos				
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	1000	1000	1000	240

Tabla 23. Ley Federal de Derechos, Límites Máximos Permisibles

Parámetros (mg/l)	Usos		
	Cuerpos Receptores		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C
	Ríos Costeras, Aguas Suelo	Ríos Embalses, Aguas costeras, Estuarios, Humedales Naturales	Ríos y Embalses
	P.M.	P.M.	P.M.
Sólidos Suspendidos Totales	150.0	75.0	40.0
Demanda Química de Oxígeno	320	200	100

P.M. Promedio Mensual.

Al evaluar las muestras que se tomaron en el área de estudio se tiene que para Oxígeno Disuelto 74 cumplen con los límites máximos permisibles (LMP) y 33 no cumplen; con respecto al parámetro potencial hidrógeno (pH), 101 muestras están dentro del rango permisible, pero 6 están fuera de rango.

Con respecto a los SDT, 12 de las muestras cumplen con el LMP, y 95 lo exceden, hay 96 muestras que cumplen con el LMP de los sólidos suspendidos totales.

El parámetro Turbiedad evaluado con estos límites arroja un total de 30 muestras dentro del límite y 77 fuera de él. Con respecto a los coliformes totales 39 muestras cumplen el límite y 68 no lo cumplen.

Con respecto al color, 105 muestras están dentro de los límites establecidos, y 2 están por arriba de este límite. Finalmente 96 muestras cumplen con el límite para la demanda química de oxígeno y 11 sobrepasan este límite. La evaluación de las muestras se encuentra en el Anexo Anexo L, Hoja 8D LFD.

Muestreos en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de Nuevo León.

Para esta parte del estudio se consideraron dos criterios básicos el primero fue considerando los valores establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, en esta norma se establecen los siguientes límites máximos permitidos para los parámetros SST (125 mg/l P.D.) y DBO (150 mg/l P.D.); y el segundo se realizó siguiendo los límites establecidos en las Ley Federal de Derechos, en la tabla de Lineamientos de Calidad del Agua.

Los resultados para el criterio de la NOM-001-SEMARNAT-1996 para los efluentes de la PTAR son satisfactorios ya que solo 4 de 52 muestreos presentan valores excedidos (Figura 35) en lo que respecta a Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales.

Analizando los influentes) y los efluentes de las PTAR, vemos que en lo que respecta a DBO y SST, hay una marcada disminución del parámetro de las entradas a las salidas de las plantas, pues el tonelaje disminuye de una manera importante (Figura 36 y Figura 37).

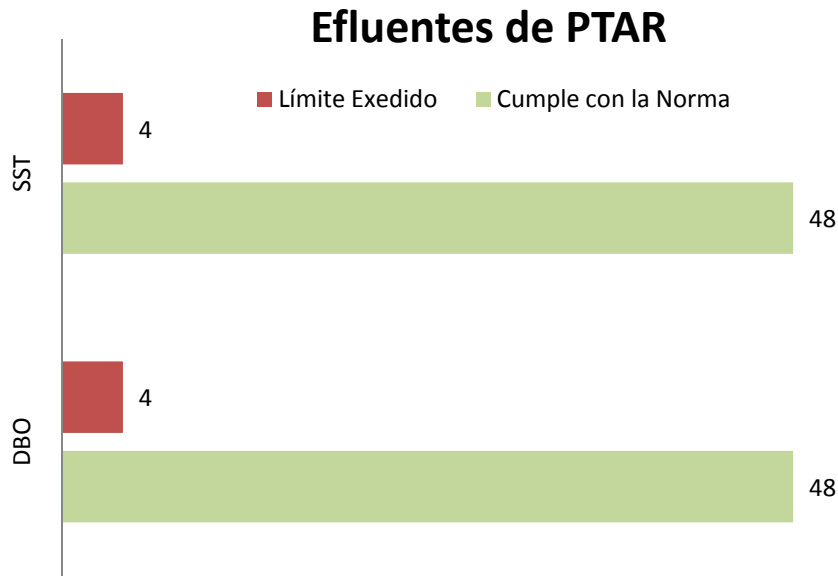


Figura 35. PTAR Nuevo León, cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-1996, DBO y SST.

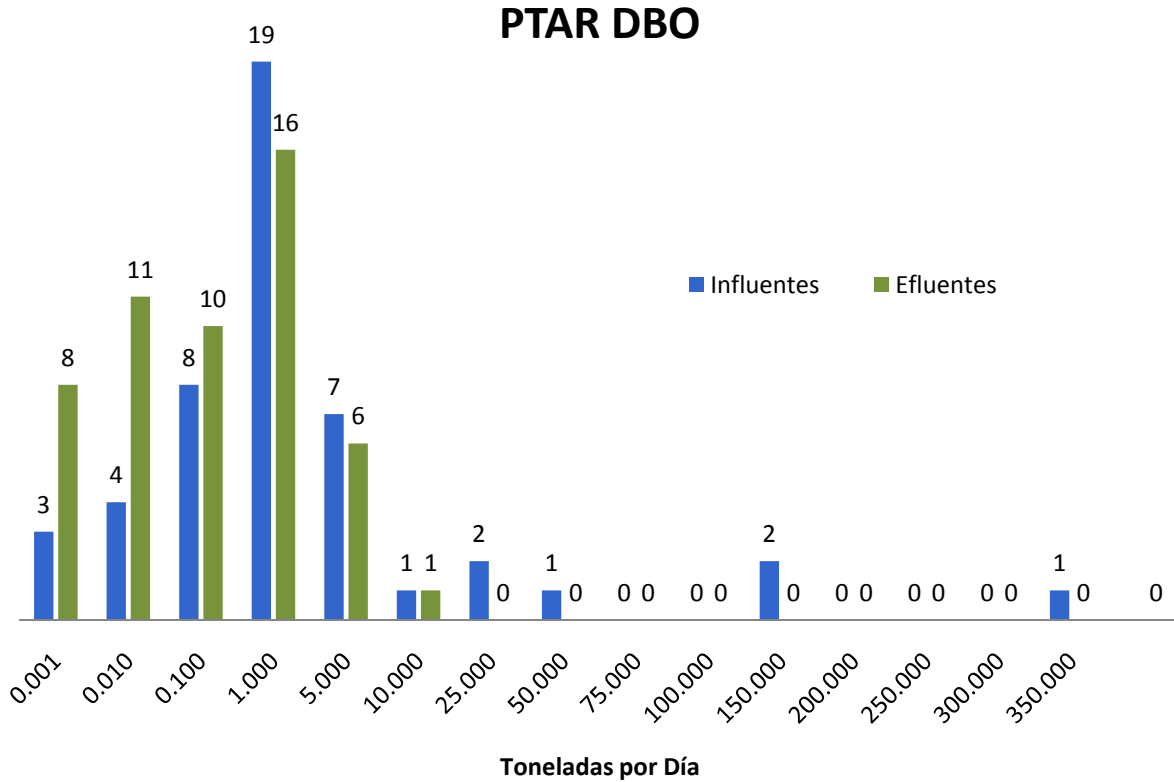


Figura 36. PTAR Nuevo León, Toneladas por Día de DBO en Influentes y Efluentes.

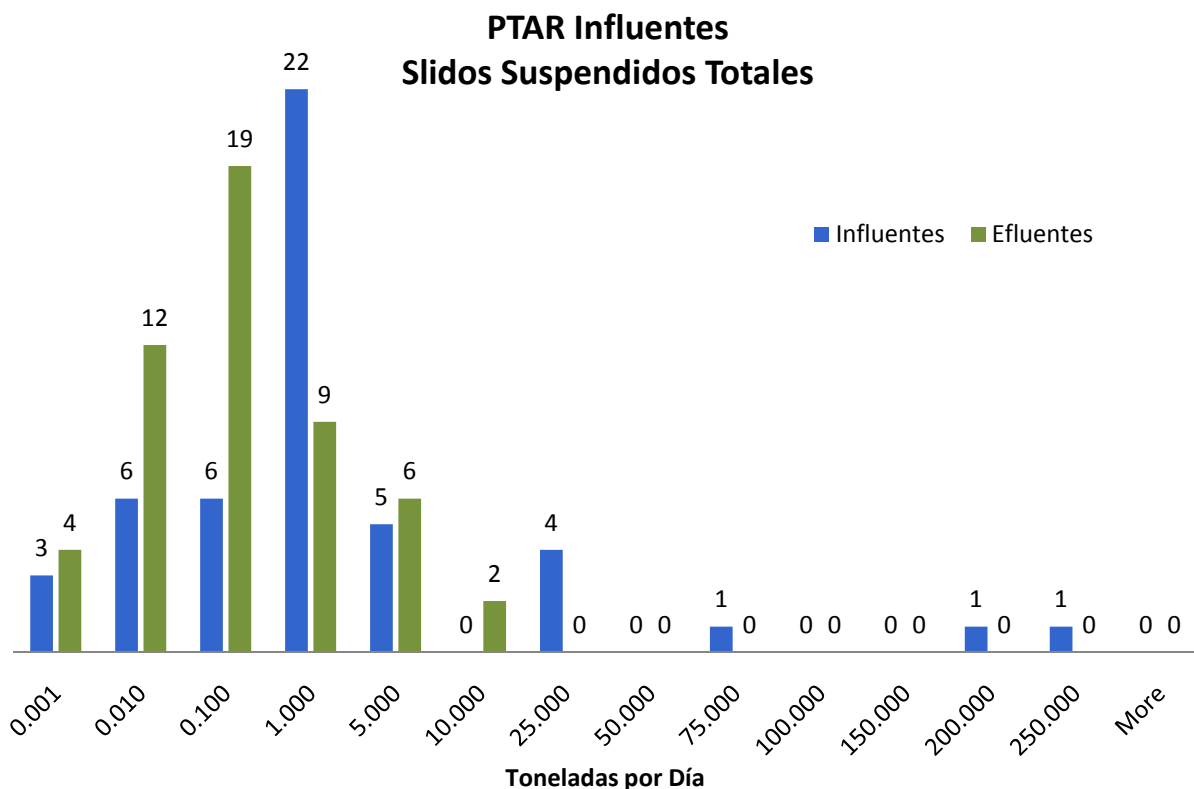


Figura 37. PTAR Nuevo León, Toneladas por Día de SST en Influentes y Efluentes.

La Ley Federal de derechos considera como criterios el oxígeno disuelto, color, pH, Sólidos Suspendidos Totales, Turbidez, Coliformes Fecales, DBO y DQO para clasificar las muestras. Como es de esperarse, muchas de las muestras de los influentes de las PTAR no cumplen con los valores límite de este criterio (Figura 38), sin embargo, en la misma figura se puede observar la comparación de los resultados obtenidos en los efluentes, observándose cumplimiento en los parámetros de DQO, SST, TDS y Color.

Para visualizar los resultados de una forma sinóptica y poder relacionar geográficamente los datos, se realizó una suma ponderada para cada grupo de indicadores ((CONAGUA, Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua, NOM-001-SEMARNAT-1996 y Ley Federal de Derechos), dándose un valor mayor a aquellos parámetros que NO CUMPLIAN con el valor establecido en la norma o criterio. Posteriormente, los datos se segmentaron de acuerdo al tipo de muestreo realizado (Cuerpos de agua, Descargas y Plantas de Tratamiento). Esta información se plasmo en mapas regionales que permiten analizar la ubicación y relación de los puntos entre sí y con los cuerpos de agua más importantes de la región.

Ley Federal de Derechos

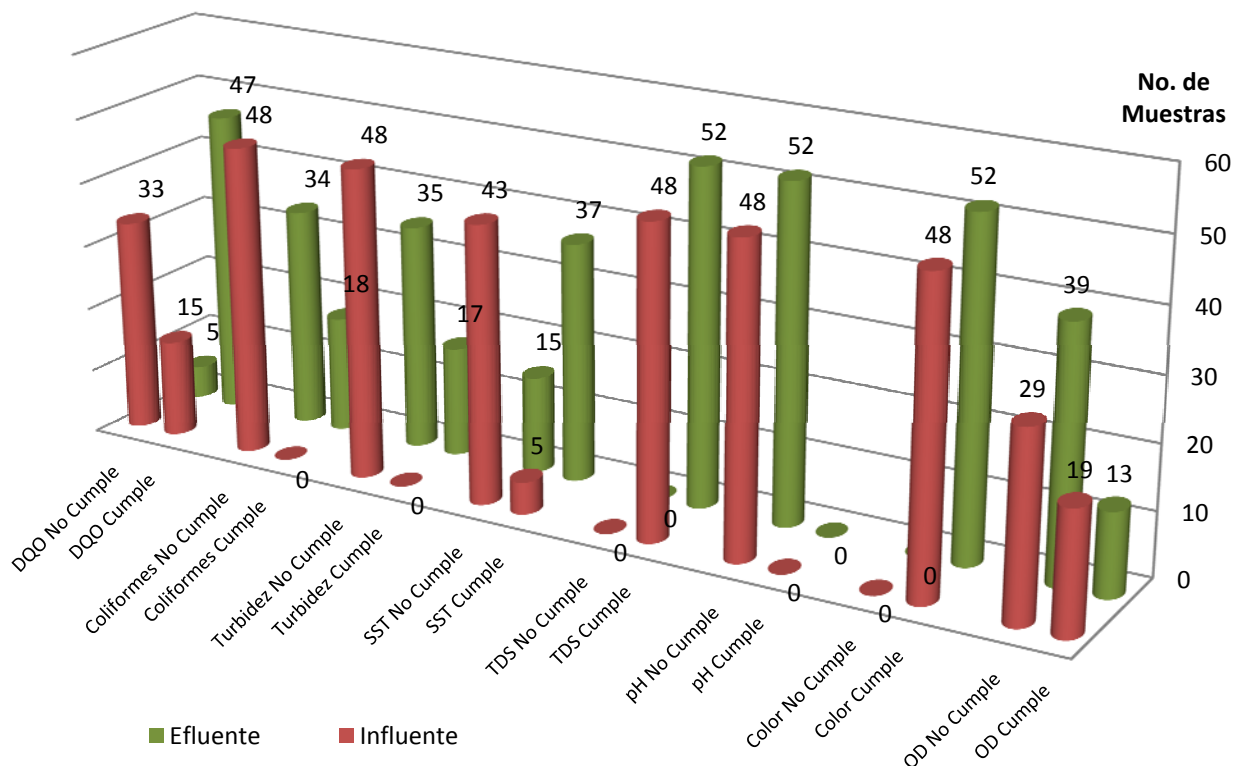


Figura 38. PTAR Nuevo León, Criterios de la Ley Federal de Derechos.

Los datos de Muestreos en cuerpos de Agua de acuerdo al criterio de CONAGUA en el Programa Anual de Trabajo para la Medición de la Calidad del Agua 2008 (Figura 39) muestran un punto río debajo de Reynosa (No. de Muestra =M77) con valores altos en DQO, y muy altos en Coliformes fecales y Oxígeno Disuelto; El unto en la desembocadura del Río Bravo presenta valores alto para este criterio ya que tiene niveles altos en DQO y Coliformes fecales; en el río Pesquería aparecen tres puntos calificados como altos en este criterio, el primero está localizado en el arroyo Ayancual muy cerca de su confluencia con el río Pesquería (No. de Muestra=M14), este punto excede los rangos en DBO, DQO y Coliformes Fecales; los siguientes puntos (No. de Muestra=M16 y M11) presentan valores excedidos en DBO, DQO y Coliformes Fecales.

Los datos de Descargas evaluados de acuerdo al criterio de la CONAGUA en el Programa Anual de Trabajo para la Medición de la Calidad del Agua 2008 (Figura 40) muestran un punto crítico en Saltillo (Descarga Industrial, FERSINSA); dos en Monterrey (Descarga Industrial, Proteínas Naturales, y Descarga Industrial, Raymundo Zertuche); tres en Tamaulipas (Laguna

de oxidación en el municipio de Camargo, tres descargas sanitarias muy cerca de la Presa Falcón, y dos descargas en la ciudad de Reynosa).

En lo que se refiere a los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua, para los muestreos en cuerpos de agua (Figura 41), hay dos puntos que sobresalen por su valor alto: el primero es la muestra M77 (localizada 250 m arriba de la presa Retamal, con alto valores de Coliformes Fecales, Oxígeno Disuelto y Sólidos Disueltos; el segundo es la muestra M15, obtenida en el Río Pesquería, con altos valores de Coliformes Fecales, Oxígeno Disuelto y Sólidos Disueltos.

Los puntos categorizados como “Descargas” representa un mayor problema con este criterio, pues aparecen como categorizados como altos un total de 16 puntos (Figura 42), la mayoría de ellos en o cerca del cauce del Río Bravo, un número importante de muestras presenta un valor medio en este criterio.

De acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996, los puntos de muestreo de tipo “Descargas” (Figura 43) presentan problemas en 3 sitios en Coahuila: la descarga de la planta de De Acero, la entrada a la PTAR de Ramos Arizpe y la descarga de la compañía FERSINSA; en Nuevo León la muestra #38 “Raymundo Zertuche González”; y en Tamaulipas, la muestra M29 “Pozo Hijo, descarga sanitaria” en la presa Falcón.

Para este mismo criterio, las PTAR (Figura 44) presentan problemas serios en las plantas de García y Salinas Victoria, y problemas medios en las plantas de El Carmen y Dulces Nombres

Finalmente, de acuerdo a la Ley Federal de Derechos, las muestras realizadas en “Cuerpos de Agua” (Figura 45) presentan valores Muy Altos en: muestra M15 (Puente Vado Antiguo entrada a Los Ramones, N.L.), muestra M77 (Río Bravo, 250 m aguas arriba Presa Retamal); y la muestra M80 (desembocadura del Río Bravo). Otros 7 puntos tiene valor Alto: muestra M14 (Antiguo Vado a Los Ramones, Arroyo Ayancual), muestra M21 (Puente vado San Pedro, Río San Juan), muestra M26 (Río Álamo, Vado), muestra M76 (Puente Río Salado), muestra M79 (Río Bravo y obra toma de acueducto Control), muestra M49 (Obra toma, Matamoros) y muestra M81 (El ranchito).

Para las muestras de descargas (Figura 46), este criterio presenta un punto con valor Muy Alto (muestra 38, Raymundo Zertuche González); y 8 puntos con valor Alto: muestra 05 Ra (De Acero), muestra 04 ra (FERSINSA), muestra 37 (Proteínas Naturales), muestra M29 (Pozo Hijo, descarga sanitaria), muestra M28 (Puente Río Álamo), muestra M43 (Laguna de Oxidación, Camargo), muestra M34 (descarga residual Cd. Mier) y muestra M53 (Dren principal en Libramiento Emilio Portes Gil).

En lo que respecta a las PTAR (Figura 47), hay tres muestras que presentan valores Muy Alto para este criterio, estas son las dos muestras del efluente de la planta de García y una de las muestras del efluente de la planta de Salinas Victoria (muestra de la mañana); 11 muestras tiene valores Alto para este criterio, estas son: Hidalgo (las dos muestras), El Carmen (las dos muestras), Salinas Victoria (muestra de la tarde), Norte (las dos muestras), Gral. Zuazua (las dos muestras), Marín (muestra de la mañana) y Dulces Nombres (muestra de la mañana).

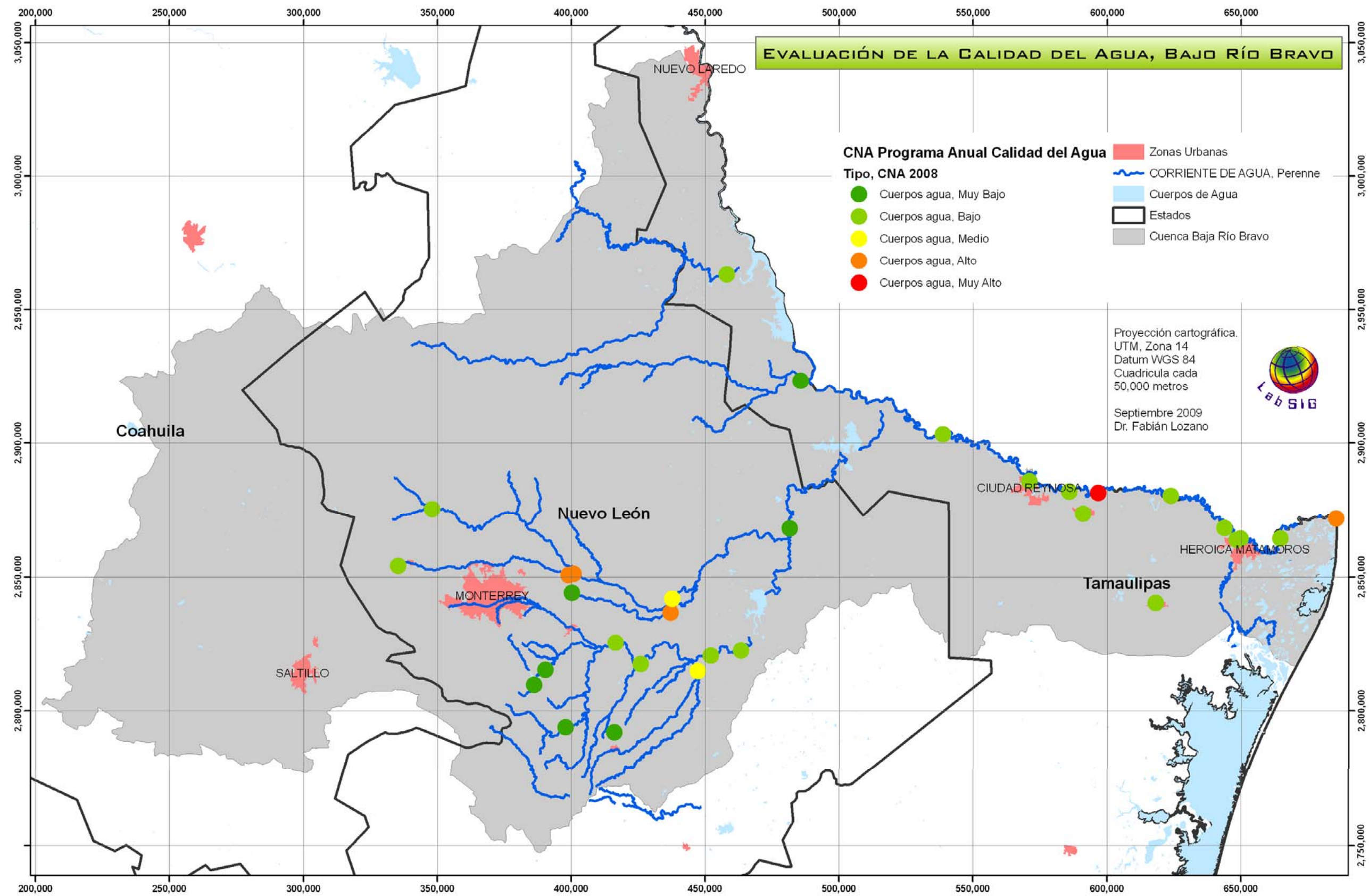


Figura 39. Ponderación de los puntos en Cuerpos da Agua, CONAGUA 2008

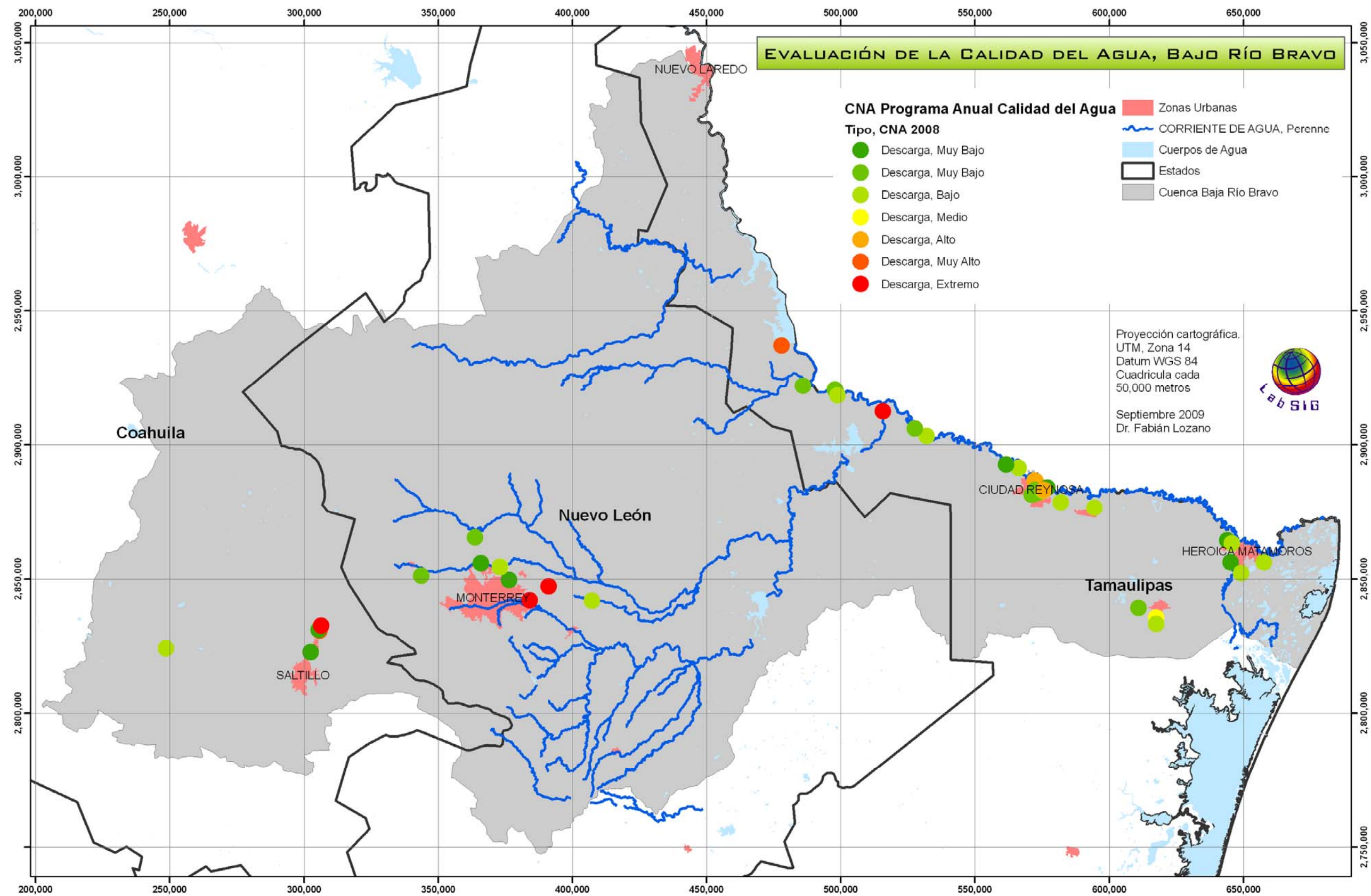


Figura 40. Ponderación de los puntos de Descargas, CONAGUA 2008

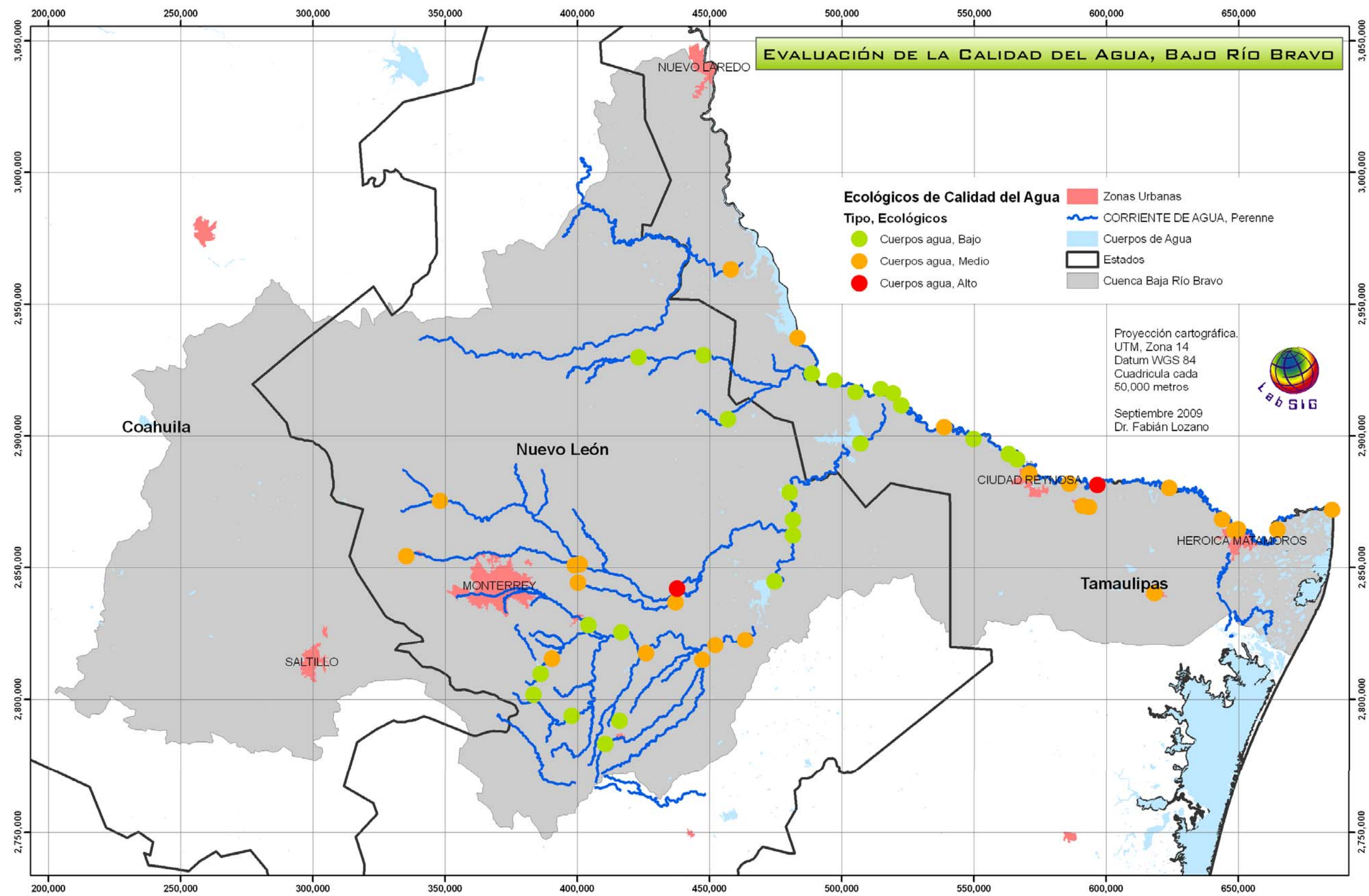


Figura 41. Ponderación de los puntos en Cuerpos da Agua, Criterios Ecológicos de Calidad del Agua.

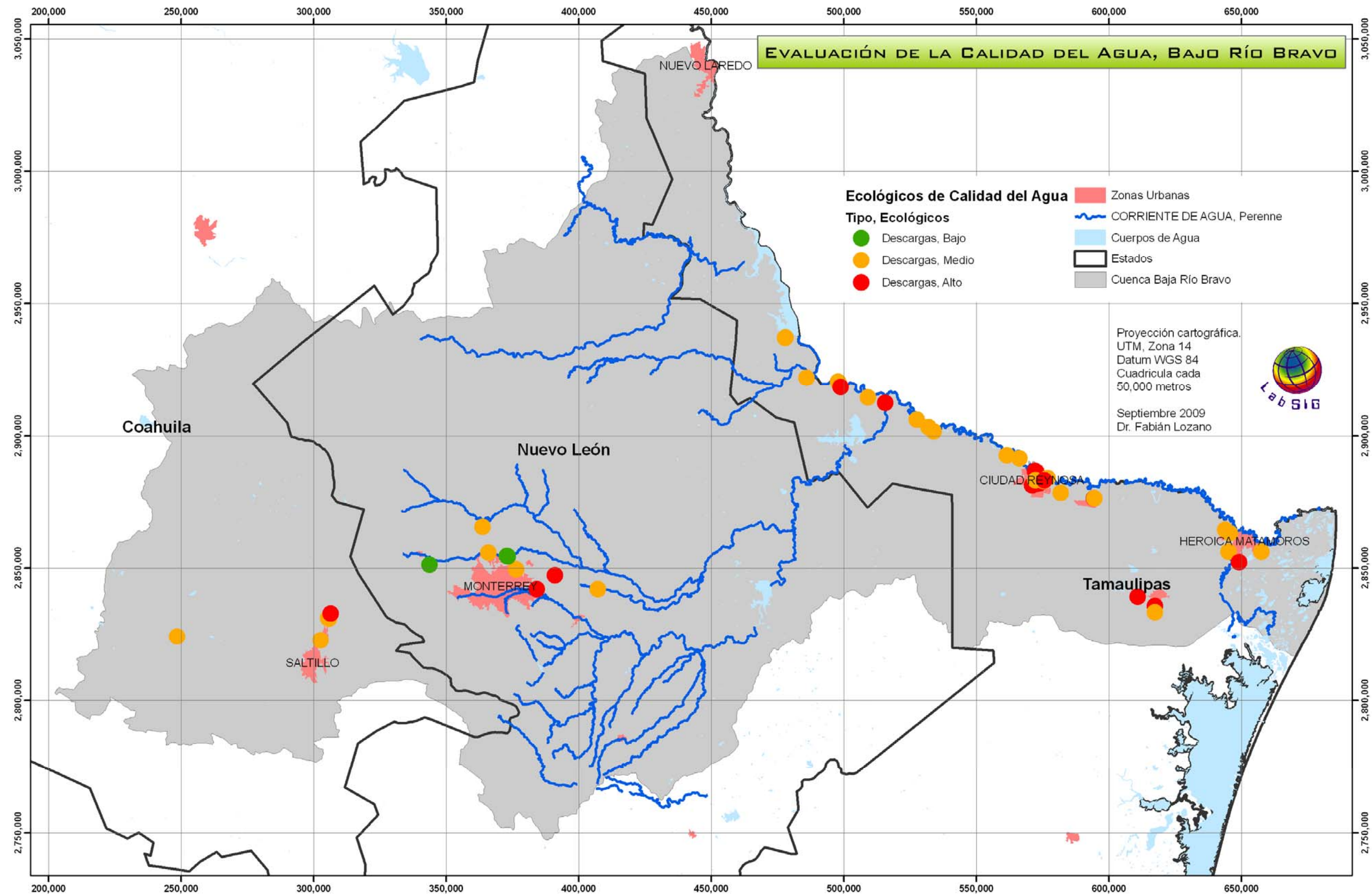


Figura 42. Ponderación de los puntos en Descargas, Criterios Ecológicos de Calidad del Agua.

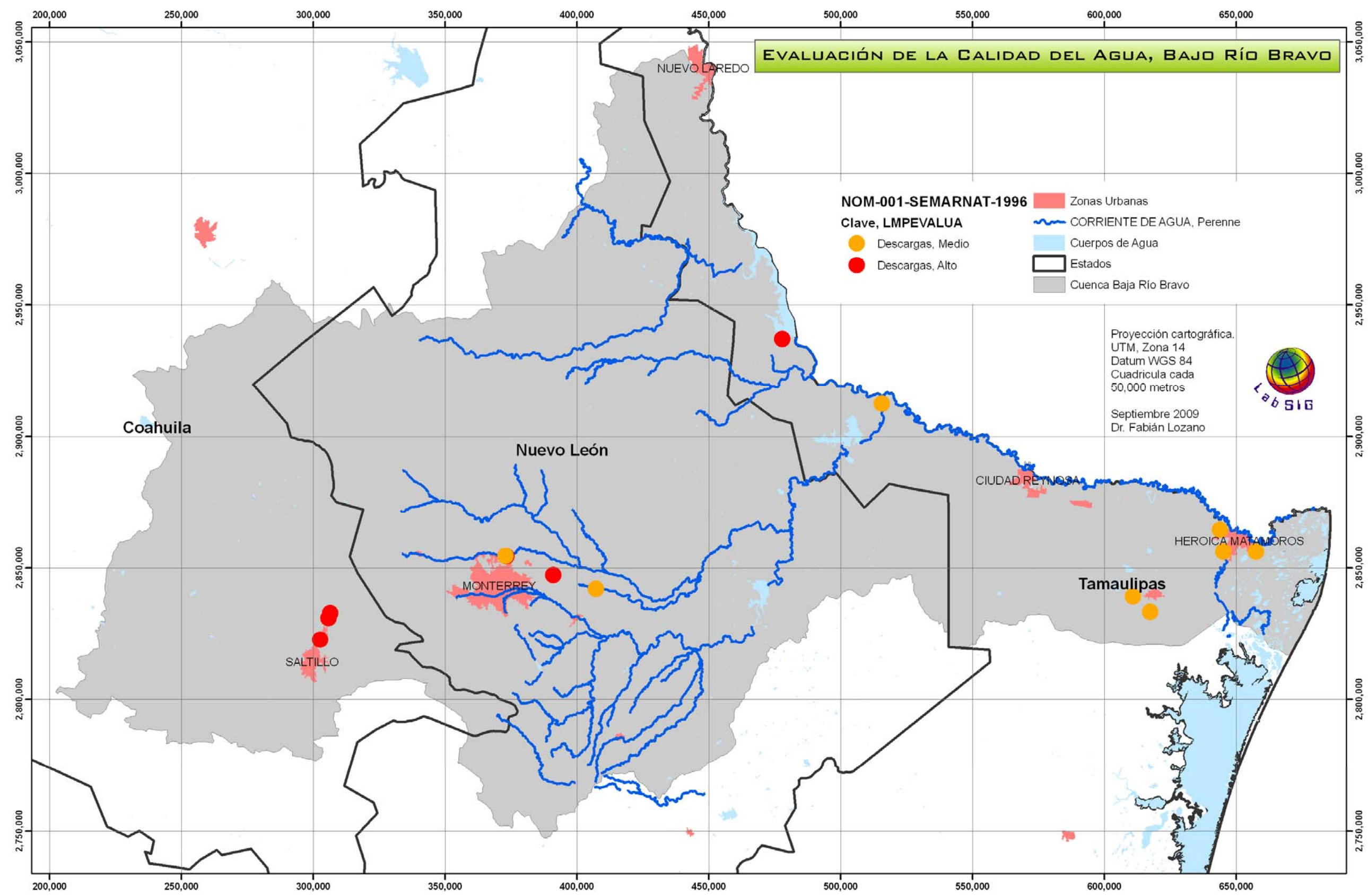


Figura 43. Ponderación de los puntos en Descargas, NOM-001-SEMARNAT-1996.

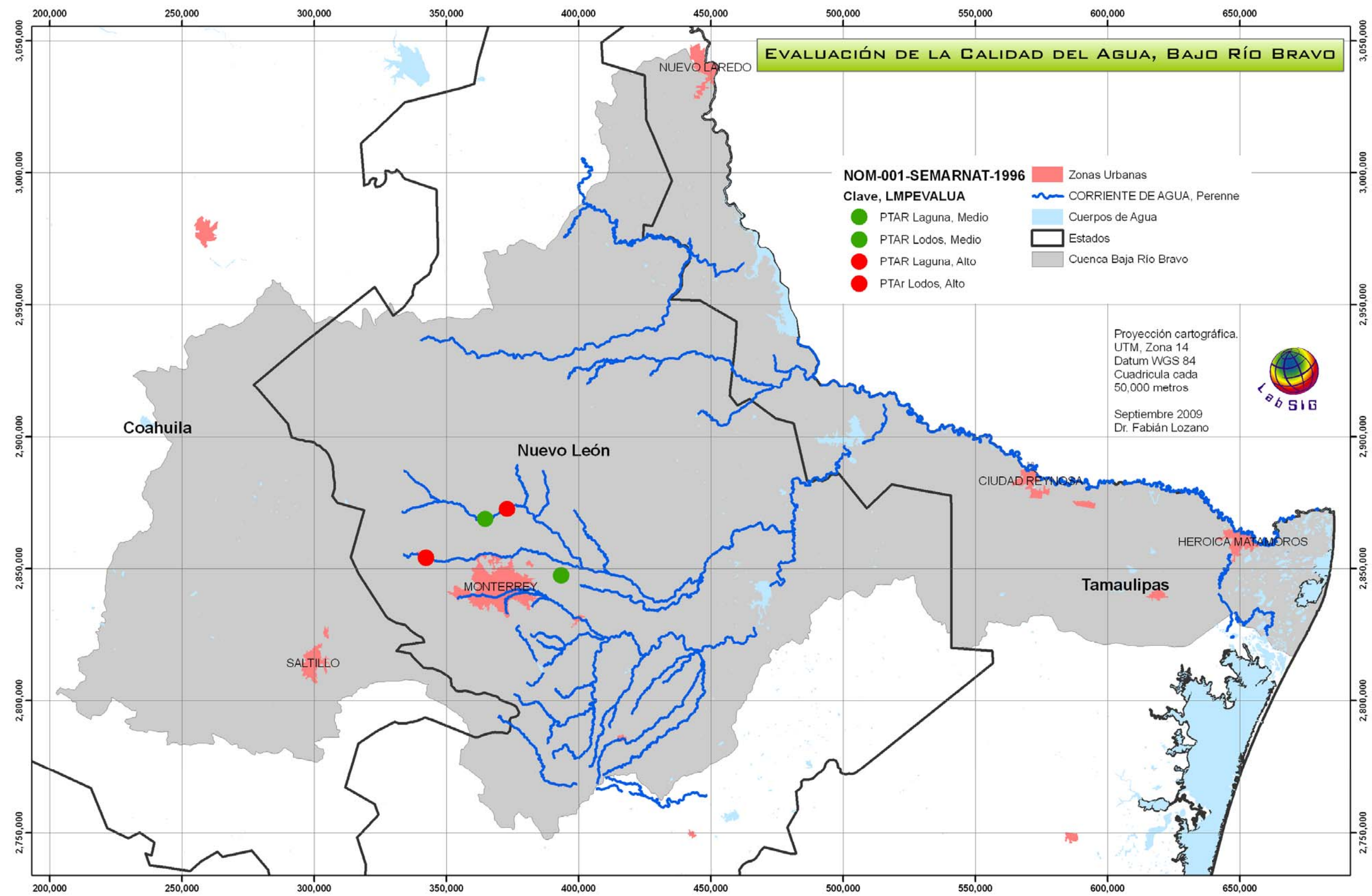


Figura 44. Ponderación de los puntos en PTARs, NOM-001-SEMARNAT-1996.

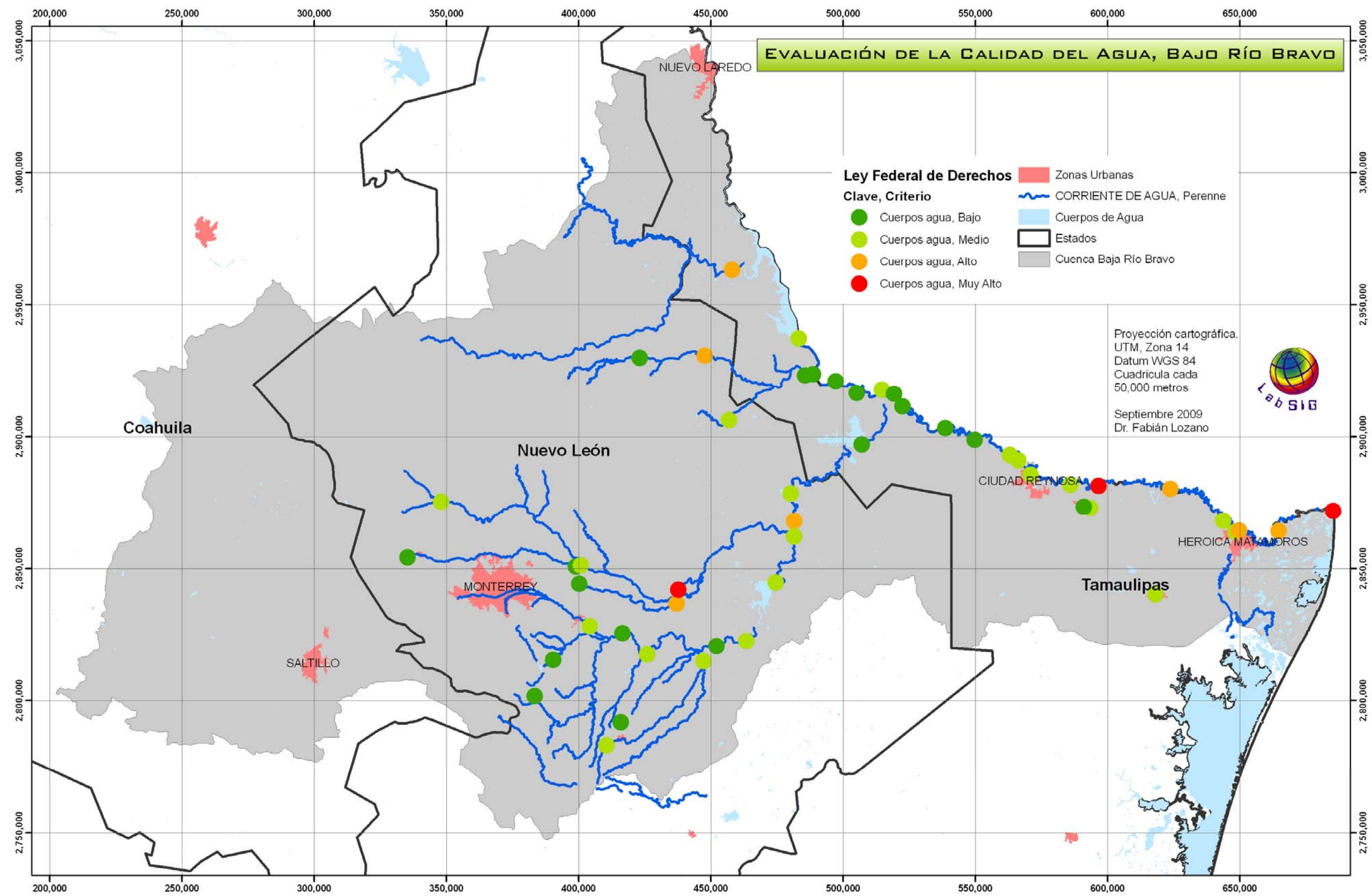


Figura 45. Ponderación de los puntos en Cuerpos de Agua, Ley Federal de Derechos.

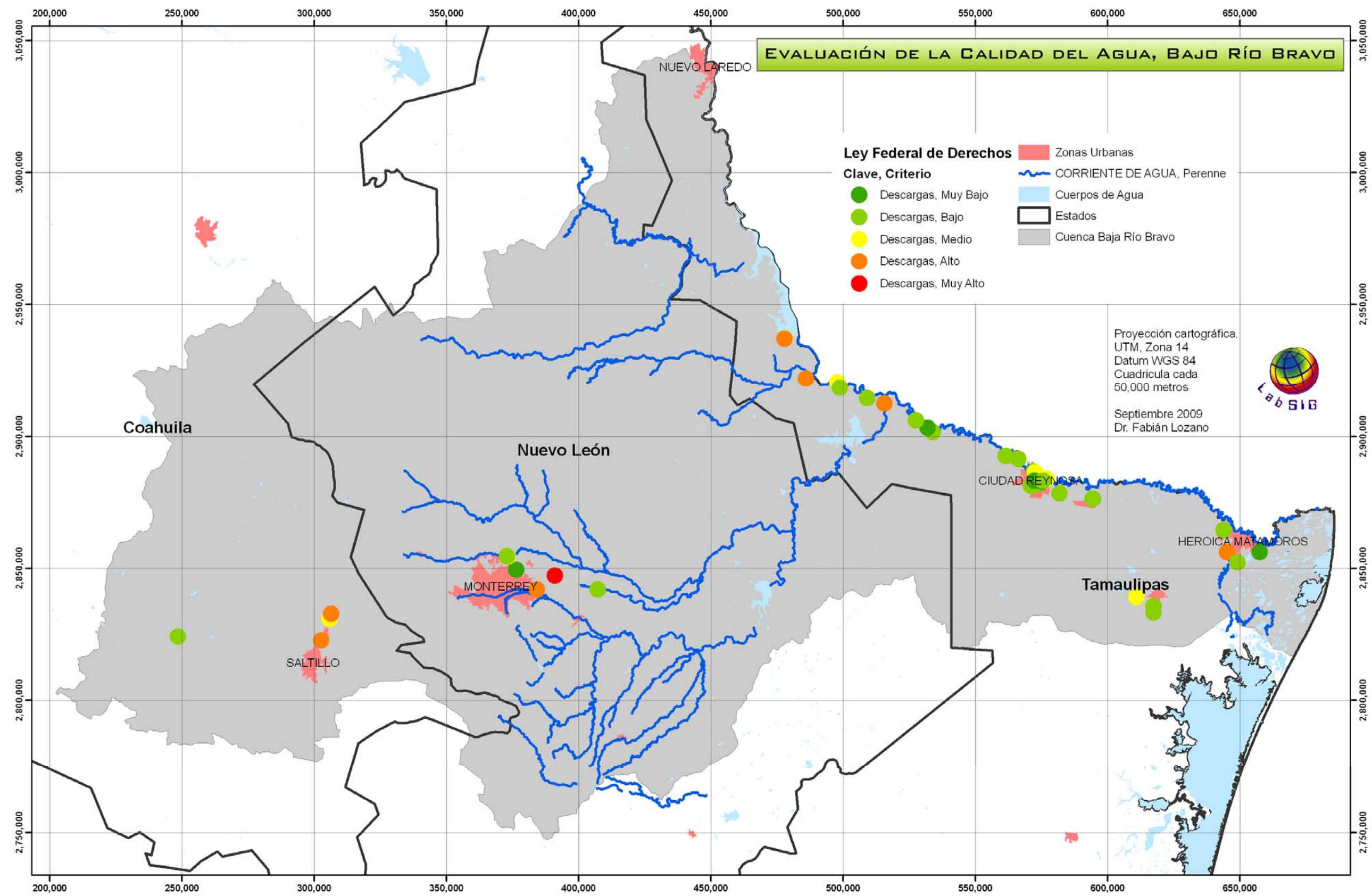


Figura 46. Ponderación de los puntos en Descargas, Ley Federal de Derechos.

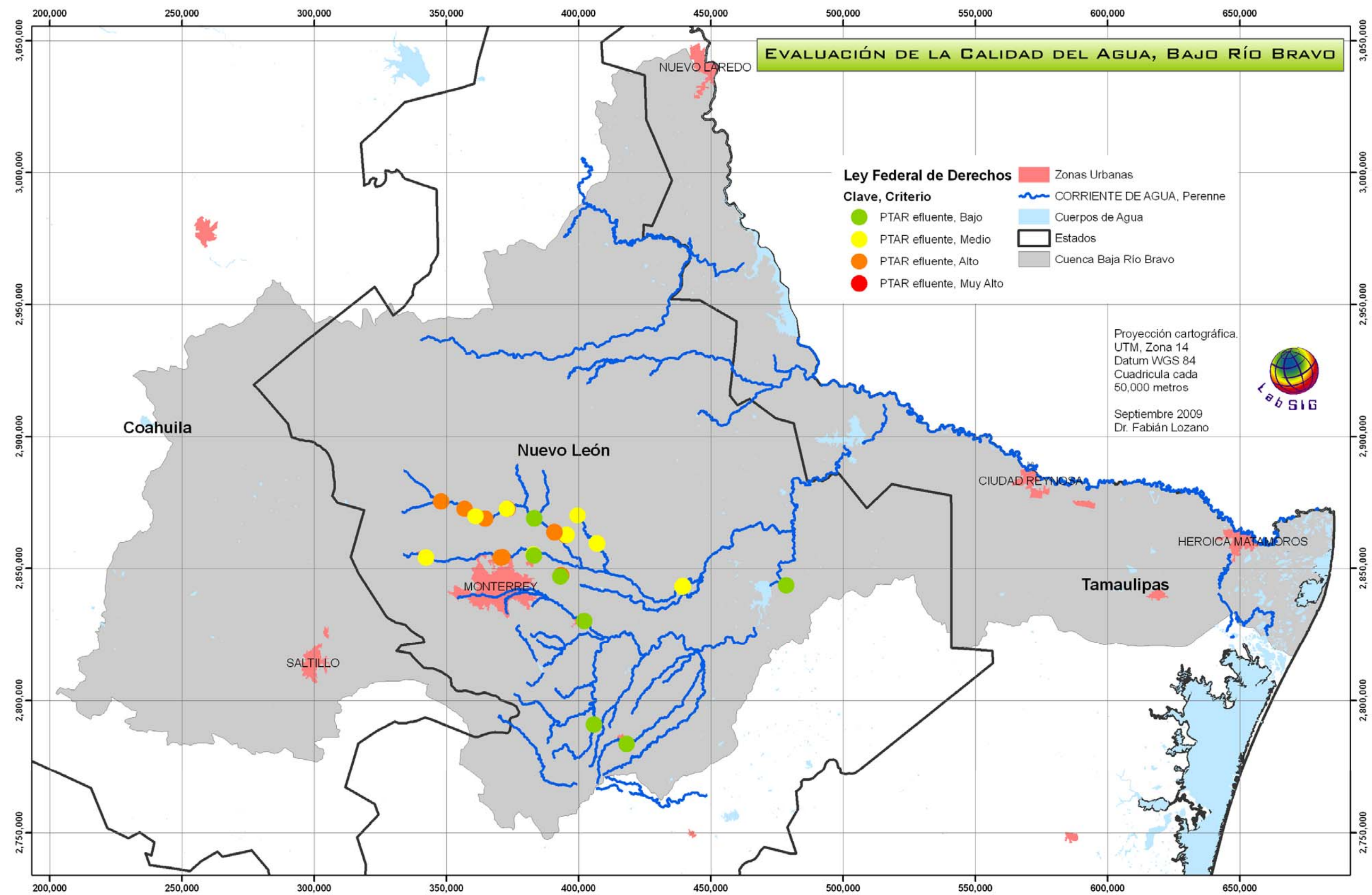


Figura 47. Ponderación de los puntos en PTARs, Ley Federal de Derechos.

Se calcularon las eficiencias de remoción de las PTAR tomando las muestras realizadas durante la mañana y tarde para cada planta (Figura 48).

Eficiencia de las PTAR

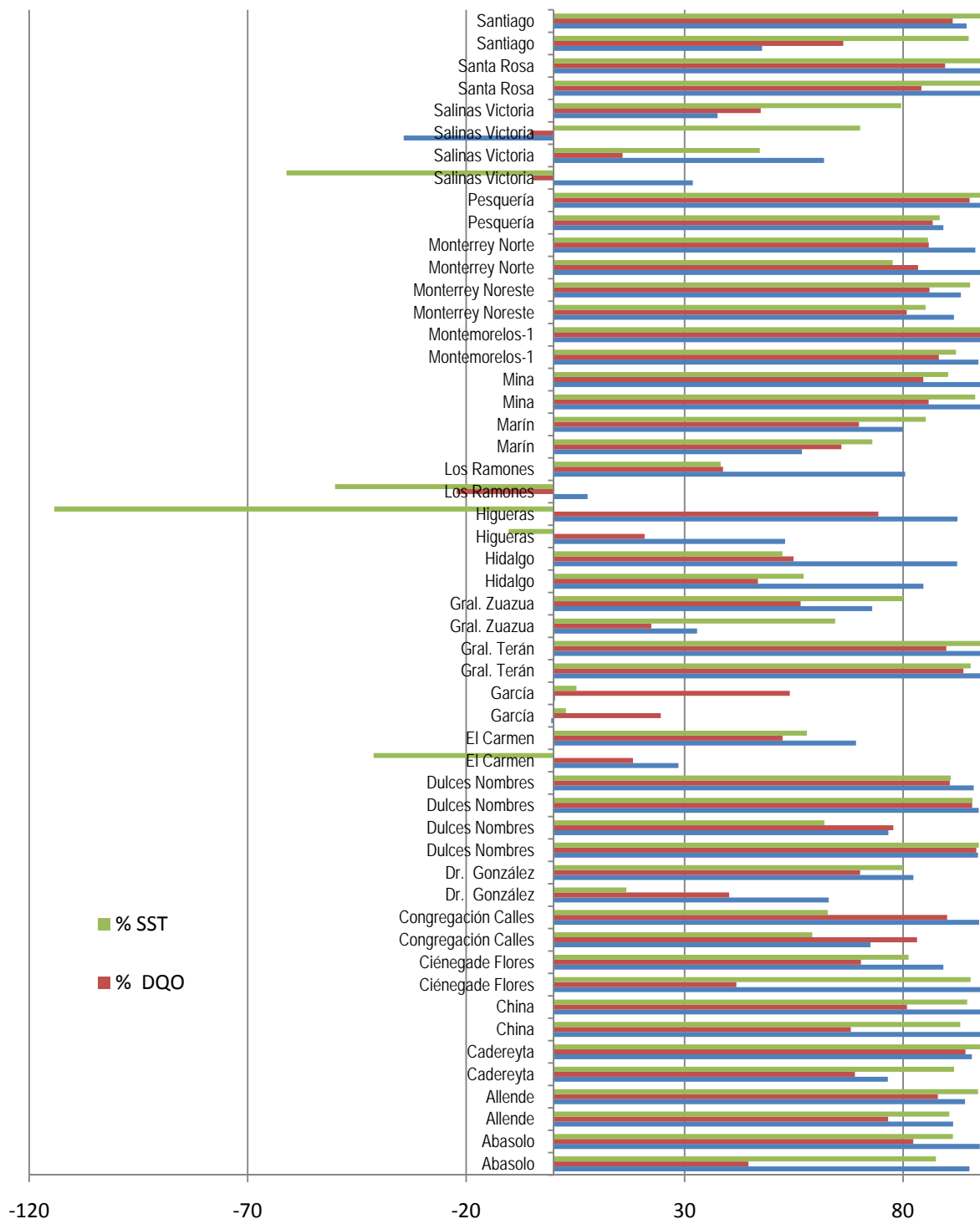


Figura 48. Eficiencias en la remoción de contaminantes en las PTAR de Nuevo León.

En general se puede observar que solo las plantas de Salinas Victoria, El Carmen y Los Ramones tienen serios problemas en la remoción de los contaminantes evaluados, es interesante señalar también que estas tres plantas son del tipo de “lagunas de oxidación”. Otra planta que también es pertinente mencionar es la planta de “García” en la que se observa valores bajos de eficiencia de los tres parámetros.

Climogramas

e. Elaborar los climogramas que representen el comportamiento del clima en el área de estudio. La información climatológica (precipitación, presión, altura y temperatura), se deberá obtener de la reportada en la última versión del programa denominado ERIC o fuentes afines.

RESULTADO

Los climogramas son gráficos en los que se presentan las precipitaciones y temperaturas de un lugar en específico, en este caso se presenta un climograma para cada uno de los municipios que se encuentran dentro del área de interés, para un período de tiempo determinado (en este caso por sugerencia de la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Río Bravo se consideraron los últimos diez años para realizar los climogramas).

Para la realización del climograma, se presenta para cada mes, la precipitación total mensual y la temperatura media mensual, para el proyecto se generaron los climogramas de las precipitaciones y temperaturas promedio de los últimos 10 años. En los climogramas se consideró que la escala de las precipitaciones fuera el doble de la escala de las temperaturas.

La información completa de los climogramas se encuentra en el Anexo P, Las bases de datos se muestran en el Disco Compacto que acompaña a este informe, junto con las figuras de las estaciones seleccionadas para su graficación (Anexo P). Los ejemplos de las gráficas se muestran en la Figura 49.

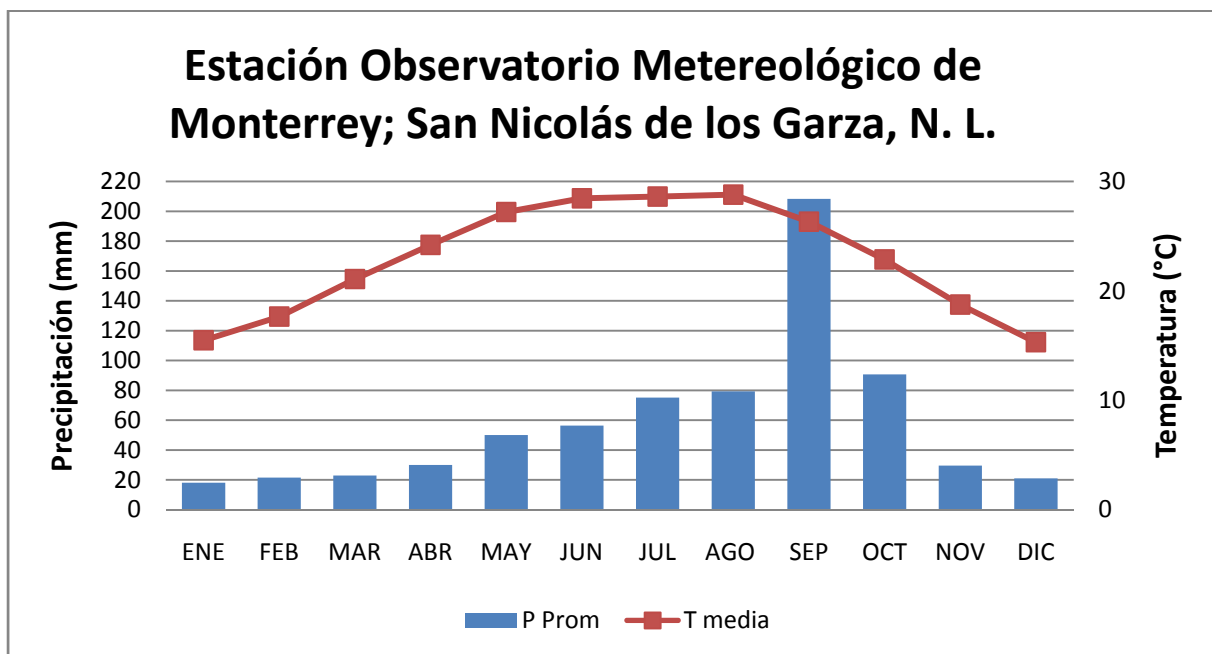


Figura 49.

Climograma de la estación Ejido Marín, Pesquería, N.L...

La información que se obtiene de un climograma es entre otras:

Mes de máximas lluvias: Septiembre,

Mes de lluvias mínimas: Enero,

Precipitación total en promedio por año: 703.1 mm

Mes más cálido: Agosto (28.8 °C)

Mes más frío: Diciembre (15.3 °C)

Temperatura Media: 22.9 °C

Oscilación Térmica: 13.5 °C

En este climograma se observa un periodo de aridez en los meses de noviembre a mayo, mientras que el periodo de lluvias que se presenta para este municipio va de junio a octubre.

Evaluación de la Calidad del Agua del Bajo Río Bravo

Climogramas Nuevo León.xlsx																																	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	
1	ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS EN TAMAULIPAS																																
2																																	
3																																	
4																																	
5	NOMBRE DE LA	EJ MARIN	MES/AÑO	Precipitación Media Mensual (mm)												Temperatura Media Mensual (°C)																	
6	TIPO	C	ENE	12.10	INAP	0.00	1.00	31.50	0.00	9.70	19.30	12.10	INap.	33.50	30.20	12.6	17.4	16.1	16.1	13.3	15.2	12.6	14.6	16.6	15.8	11.3	14.0	ENE	P Prom	T media			
7	CLICOM	19117	FEB	29.60	24.50	0.00	6.20	21.00	1.90	31.30	7.40	63.30	10.40	8.20	6.80	15.2	17.7	19.6	19.8	17.5	14.5	15.4	15.5	15.5	16.3	15.9	19.7	FEB	17.6	16.9			
8	BANDAS	25	MAR	120.50	40.50	25.50	2.20	18.10	1.50	23.80	52.70	13.70	6.00	7.60	5.70	20.0	19.2	21.1	23.0	17.9	20.3	20.2	20.7	20.0	21.8	20.7	21.3	MAR	26.5	20.5			
9	S A	O	ABR	87.70	INAP	20.50	7.10	12.30	6.00	3.30	134.20	11.80	19.50	16.40	30.00	19.8	23.4	26.1	24.5	23.7	25.5	23.8	21.6	23.3	25.6	21.8	24.9	ABR	31.7	23.7			
10	G R	VI	MAY	70.50	0.00	10.70	87.50	19.80	10.00	101.00	13.30	33.20	62.00	44.60	38.50	24.7	28.8	27.8	27.7	26.7	28.8	27.7	25.1	25.2	27.0	25.3	26.9	MAY	40.9	26.8			
11	MPIO	Pesquería	JUN		35.50	87.00	141.20	17.50	115.50	112.00	17.70	5.20	20.50	149.50	2.80	28.7	30.8	28.4	27.3	29.0	29.1	26.6	28.0	28.2	28.3	27.5	29.9	JUN	64.0	28.5			
12	EDO.	N. L.	JUL	1.00	18.00	142.00	12.50	19.00	160.50	90.00	56.10	155.70	28.80	224.70	150.00	29.5	30.3	27.3	29.4	29.6	27.1	26.5	28.9	27.7	28.6	26.8	27.1	JUL	88.2	28.2			
13	R H	24	AGO	1.00	148.10	111.50	31.80	84.80	11.10	86.00	107.50	15.60	44.00	60.50	248.90	29.8	28.7	28.8	28.5	29.3	28.7	27.3	28.2	27.3	29.2	27.5	27.8	AGO	79.2	28.4			
14	CUENCA	RIO BRAVO	SEP	56.60	78.00	73.20	73.50	120.80	213.50	166.00	106.00	40.50	132.20	24.70	218.50	27.6	26.5	25.5	26.8	25.5	25.4	24.2	24.9	29.9	26.0	26.4	24.4	SEP	108.6	26.1			
15	SUBCUENCA	RIO SAN JUAN	OCT	68.90	28.50	6.00	46.50	18.60	113.00	81.70	121.20	103.30	34.40	8.50	11.80	22.1	22.8	21.4	20.8	21.9	23.0	21.6	24.6	22.3	25.7	24.3	21.7	OCT	53.5	22.7			
16	CORRIENTE	RIO CANDELA	NOV	31.50	34.60	6.00	5.50	31.60	18.00	10.20	16.30	24.00	30.00	10.10		17.1	19.4	18.6	17.9	18.3	16.1	18.5	17.5	18.3	18.7	18.9	18.6	NOV	19.8	18.2			
17	LATITUD N	25° 51' 31"	DIC	6.00	7.70	19.20	9.00	1.90	2.50	8.00	S/D	11.50	S/D	0.10	4.80	13.0	14.6	13.7	12.3	14.9	14.5	13.7	S/D	14.2	13.9	17.6	15.3	DIC	7.1	14.3			
18	LONGITUD W	100° 01' 25"																															
19	ALTITUD msnm	490.0																															
20	ACCESOS																																
21	PERIODO DE RE	1979-2008																															
22																																	
23																																	
24																																	
25																																	
26																																	
27																																	

Figura 50. Base de datos climática.

X. CARTOGRAFÍA.

Elaboración de “Proyectos” en formato ArcGis 9.x

a. “Elaborar proyectos portátiles en ArcGis, para la representación de la información y los resultados del estudio, utilizando ArcView 9.2, en archivos shp, y cartografía digital en escala 1:50,000, bajo especificaciones de INEGI.”

RESULTADO

Para el desarrollo de este estudio se realizaron proyectos en Arc Gis 9.2 que contuvieran información de la infraestructura existente, así como los puntos de muestreo sugeridos en los Términos de Referencia y las descargas seleccionadas de la Actividad 3D, Recopilación de Información 2: selección de las descargas.

Los proyectos que se realizaron fueron:

1. Estaciones Hidrométricas (Actividad 1C)
2. Estaciones de Calidad del Agua (Actividad 1C)
3. Ubicación de las Presas (Actividad 3C)
4. Ubicación de los Acueductos (Actividad 3C)
5. Plantas Potabilizadoras (Actividad 3C)
6. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Actividad 3C)
7. Puntos de muestreo de Aguas Superficiales (en sitios cercanos a los propuestos en los términos de referencia)
8. Puntos de descarga sugeridas (generadas en la Actividad 3D)
9. Descargas y Aguas Superficiales Muestreadas (Actividad 5A)
10. Estaciones Climatológicas (Actividad 8E)

Se adjuntarán en formato digital los proyectos de Arc Gis, la justificación de las escalas en el caso correspondiente y los metadatos de los proyectos.

XI. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

La eficiencia de remoción de contaminantes en las plantas de tratamiento de aguas residuales en Nuevo León, indicada por los parámetros estudiados es en general adecuada

A lo largo del cauce del Río Bravo, existen descargas al cuerpo de agua que afectan la calidad del agua del cuerpo receptor, dado que los criterios empleados para la evaluación fueron los orientados al consumo de agua por el ser humano, esto representa un serio problema de salud.

La eficiencia de las PTAR en la remoción de contaminantes se puede calificar como buena en general, aunque algunas plantas presentan problemas serios (Salinas Victoria, Los Ramones y El Carmen) en lo que respecta a Sólidos Suspendidos y DBO. Es importante señalar que las PTAR que muestran valores bajos de eficiencia son del tipo de Lagunas de Oxidación. Únicamente la planta de García muestra eficiencias bajas para el tipo de lodos activados.

Recomendaciones

Este estudio representa una visión general de las condiciones de la calidad del agua en la cuenca baja del Río Bravo, considerando únicamente parámetros básicos (tales como DBO, DQO, Coliformes fecales, etc.) sin embargo, otro conjunto importante de contaminantes no considerados en este estudio son los metales pesados; los cuales no fueron analizados en este estudio por razones presupuestales. Es muy importante considerar este tipo de contaminantes dado su impacto a largo plazo en la salud humana.

Es necesario actualizar la información de actividades agrícolas y pecuarias en la zona de estudio para poder contar con una mejor referencia del impacto de estas actividades en la calidad del agua.

Los muestreos en las PTAR son una “imagen instantánea” de la operación de la planta, no refleja el tránsito de una parcela de agua al través de la planta por lo que sería recomendable realizar muestreo que permitan analizar más adecuadamente la eficiencia de las PTAR's.